ISSN 1017-0863

農業試驗所
TARI

技術服務

季刊
2017年6月

彩葉稻(Coleus rice)的大地渲染

穩定同位素在農業研究之應用

預防勝於治療：害蟲防治從害蟲侵入設施的5個主要途徑防堵做起

淺談台灣白芷種原搜尋與保育

台灣鮮食荔枝在新加坡市場競爭力分析

110
2017.Vol.28 No.2

第28卷第2期

中華民國106年6月出版

目錄

封面說明：本所目前已推出具深紫、紫紅葉、白條、蒼白葉片及紅、白、黑穎配合不等株高之10個品系組成「彩稻組合」，成功創造市場行銷效益與鄉鎮亮點標示。

◎圖/文 作物組　卓緯玄

行政院農業委員會農業試驗所技術服務季刊

出 版 者/行政院農業委員會農業試驗所

創刊年月/民國79年3月

發 行 人：陳駿季

總 編 輯：方尚仁

執行編輯：黃淑華

地　　址：台中市霧峰區萬豐里中正路189號

網　　址：http://www.tari.gov.tw

電　　話：(04)23302301~5

農民服務專線：04-23317456

本刊內容已全文上網，歡迎訂閱農業試驗所電子報，詳情請見本所網站-便民服務-訂閱電子報。

版權所有、轉載須經本所同意

展售書局：

■五南文化廣場　台中市中山路6號（04）22260330

■國家書店松江門市
　台北市松江路209號1樓（02）25180207（代表號）

■國家網路書店：http：//www.govbooks.com.tw

承 印 者：農世股份有限公司
　　　　　台中市漢口路3段55巷21號（04）22932036

定　　價：NT 35 元

行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字第8276號

中華郵政中台字第0759號執照登記為雜誌交寄

GPN：2007900008

ISSN：1017-0863　　NT$35

農藝作物

■彩葉稻（Coleus rice）的大地渲染
卓緯玄 李長沛 賴明信 顏信沐 吳東鴻 1

■農桿菌媒介秈稻轉形平台之建立
王怡雯 陳涵葳 游舜期 王昭月 曾馨儀 林大鈞 6

■應用分子標誌輔助選育高油酸落花生介紹
戴宏宇 許育鳴 10

園藝作物

■台灣香菇栽培史(下)
宋細福 呂昀陞 石信德 13

農業化學

■穩定同位素在農業研究之應用
劉滄棽 20

應用動物

■預防勝於治療：害蟲防治從害蟲侵入設施的5個主要途徑防堵做起
余志儒 許北辰 26

作物種原

■淺談台灣白芷種原搜尋與保育
蕭翌柱 31

農業經濟

■台灣鮮食荔枝在新加坡市場競爭力分析
涂凱芊 沈宗德 江秀娥 37

新聞訊息

■農試所輔導設計「紫斑蝶」圖騰，為茂林區魯凱部落所產雜糧找到在地文化意涵的商標
湯楊欽寰 郭鴻裕 41

彩葉稻（Coleus rice）的大地渲染

農試所作物組 卓緯玄 李長沛 賴明信 顏信沐 吳東鴻

一、前言

水稻是世界主要糧食作物，也是進行作物基礎研究的模式作物，擁有非常多的變異；一般栽培種的植株印象是濃綠的稻株、金黃的稻穗。這是因為育種者長期以來，汰除了許多不利於糧食生產的性狀所造就之結果。然而事實上在世界上仍存在著許多有別於一般栽培種的不同變化，例如葉色、穗型、枝梗色、內外穎、護穎、長芒、芒色、矮化等等的特殊變異，這些變異也許不適合用來進行栽培生產，但往往是基礎研究的良好材料，另外也頗為賞心悅目，極具有觀賞價值，可以田間彩繪、盆栽或花藝展現，因此「彩葉稻」應運而生。

彩葉稻（或稱彩稻；Coleus rice）係指在水稻植株莖、葉、穎花呈現不同於一般栽培品種之綠色者，可大致區分為花青素變異（紫色系）與葉綠素生合成不完全缺失變異（白色系與黃色系）兩大類，目前在台灣除基礎研究外，主要做為稻田彩繪或盆栽觀賞用，在部份國家則做為水稻標幟性狀使用。台灣的稻田彩繪最早由苗栗區農業改良場於2002年與苗栗縣苑裡鎮農會產學合作展開，至今已有十多年歷史；最早僅有紫葉稻搭配一般的綠色栽培稻進行田間構圖，希望能增加水田創意的美景，將稻田變成平面的廣告看版，隨後亦陸續有個人、企業、政府機關等單位委託以稻田彩繪做為行銷廣告運用；近年來，稻田彩繪日益風行，已蔚然形成另一種水稻產業。

行政院農業委員會農業試驗所長期進行水稻基礎研究，擁有豐富的種原與研發能量，為滿足稻田彩繪多樣化需求，首度於2007年獲行政院農業委員會農業智慧財產權審議委員會之審查通過，釋出紫色葉、偏黃色葉與偏白色葉等3種不同葉片顏色的彩葉稻品系，讓彩繪業者得以應用「黃、綠、紫、白」四種顏色，開啟台灣繽紛稻田彩繪的發展；2011年更推出具深紫、紫紅葉、白條、蒼白葉片及紅、白、黑穎配合不等株高之10個品系組成「彩稻組合」，並與台南市政府合作運用紫黑、紫紅、黃、白、綠等五種顏色的彩葉稻進行稻田彩繪展示（圖一），提供業界更多選擇利用，有效提升圖騰設計的豐富度，以期成功創造市場行銷效益與鄉鎮亮點標示。

作　　者：卓緯玄助理研究員
連絡電話：04-23317188

二、花青素的紫色渲染-紫色系彩葉稻

位於農業試驗所的國家種原庫，蒐集保存全世界各地的水稻種原，其中有許多分別在葉鞘、葉領、葉耳、節間、葉舌、葉緣、內外穎（稻殼）及穎果皮（米糠）具有花青素表現的水稻品種，這些不同部位的花青素表現，受到不同基因所調控；亦有地上部莖葉均呈紫色的水稻種原，例如來自國際水稻研究所育成的秈型紫葉稻‘IR 1552’品種。目前已知紫葉稻的地上部的紫色特性由*Pl*基因座負責調控，位於第4對染色體，遺傳分析顯示，紫葉基因*Pl*負責轉運C^B(*Chromogen*)基因和A(*Activator*)基因產生的花青素到特定的組織，且與紫色種皮*Pb*基因位在相同的基因座；在該基因座目前至少發現3個顯性等位基因，分別來自三種不同供源的類型，包括來自I-102品種的Pl^i type、來自Murasakiine品種的Pl^j type及來自Pirurutong品種的Pl^w type，其中只有Pl^w type表現型為葉鞘、葉身及種皮均呈紫色，但Pl^i type、Pl^j type的葉片紫色著色則較深；且Pl^w allele由*OsB1*與*OsB2*兩個基因構成(Sakamoto *et al.* 2001)。

目前台灣進行稻田彩繪的紫葉稻有IR1552、台農育9620014號、台農育9014001號、台農育10118001號、台農育10118002號等品種（系）。農業試驗所這幾年育成的台農育9620014號、台農育9014001號、台農育10118001號（圖二）等3個品系葉色偏紫黑色系；而台農育10118002號彩葉稻（圖三）則較偏紫紅色系，都是以‘IR 1552’為花青素基因來源與台灣稉稻品種「台農67號」進行傳統雜交後再經花藥培養或回交等方法，經過多年分離、純化、固定選育而得。

三、我把葉綠素變少了-黃色系與白色系彩葉稻

葉綠體是植物行光合作用的重要胞器，由前質體(proplastid)發育而來；在光照的條件下前質體囊泡數量增加並互相融合形成層狀構造的類囊體(thylakoid)，類囊體與葉綠素結合最後發育成葉綠體；一般栽培稻葉片濃綠的綠色是由葉綠素所展現，葉綠素與葉綠體中的類囊體膜(thylakoid member)上的特定蛋白質結合形成特殊的蛋白複合體，以進行光能轉化；葉綠素生合成相關基因缺失會使葉綠素

圖一、104年農業試驗所與台南市政府合作，首度運用紫黑、紫紅、黃、白、綠等五種顏色的彩葉稻進行稻田彩繪。

含量降低，葉綠體發育受阻，植株光合效率降低，抑制正常生長，葉色產生變異，例如：白化、黃化、斑點、條紋、斑馬紋等，稱之為葉綠素生合成缺陷突變體，亦可稱為葉色突變體；水稻葉色突變體是一種很常見的突變現象，可經由自然突變、雜交後代分離、花藥培養或人工誘變（化學、放射線等）或基因轉殖等方式產生；近年來，學者利用不同的葉色突變體已定位到非常多與水稻葉色突變特性相關的數量性狀基因座；但，大部份葉綠素生合成缺陷突變體缺少葉綠素，無法進行正常光合作用，幼苗依賴種子胚乳供給生長需的營養，當胚乳營養消耗怠盡，則導致植株死亡；因此黃色系與白色系彩葉稻屬於葉綠素生合成不完全缺失的黃化與白化突變，以期能維持其生活史。

目前台灣稻田彩繪所使用的黃色系與白色系彩葉稻均係由農業試驗所育成，其中黃色系有台農育SA0864號、台農育9014002號；白色系則有台農秈糯21號育01號、台農育10218001號、台農育10218002號等，其中台農育10218002號（圖四）是以「台農67號」為母本，「沈農265」為父本進行傳統雜交，後代分離選育而得；黃葉稻台農育9014002號（圖五）則是利用「農林8號」經人工誘變的黃化突變體為貢獻親，以「台農67號」為輪迴親，回交選育成固定的稉型黃葉稻品系。

四、「紫葉稻」與「紫米」的迷思

「紫葉稻」屬於彩葉稻中的一種，主要是由於花青素在水稻植株的莖稈與葉片累積所形成，基於花青素累積不同程度而顯現出紫黑與紫紅等色系，有關其相關特性與基因之作用如前段所述。而「紫米」則屬於「有色米」(colored

圖二、紫葉稻（紫黑色系）台農育10118001號。

圖三、紫葉稻（紫紅色系）台農育10118002號。

rice)的一種，「有色米」是專指水稻穎果皮（即糙米型態可見，坊間亦簡稱為米糠層），有不同於一般栽培品種的淡褐色（或白色），而含有色素者，即稱為「有色米」；依目視顏色可略區分為為紅米（紅色穎果皮）、紫米（紫色穎果皮）及褐米（褐色穎果皮）；紫色穎果皮由*Pb*基因（位於第4對染色體）與其互補基因*Pp*（或稱*Prp-a*，位於第1對染色體）共同作用的結果，兩基因都沒有時穎果皮呈正常色，只有*Pb*基因時呈褐色，*Pb*與*Pp*兩基因同時都有時則呈紫色(Maeda *et al*. 2014)。紅色穎果皮由*Rc*基因（位於第7對染色體）與*Rd*基因（位於第1對染色體，編碼二氫黃酮醇4-還原酶(dihydroflavonol reductase; DFR) 所調控，當*Rc*基因與*Rd*基因共同存在時，穎果皮呈現紅色，當只有*Rc*基因時，穎果皮呈現褐色(Furukawa *et al*. 2006)。至於胚乳（澱粉層）有顏色，例如黃米(Yellow rice)是否歸納為有色米則少見學者討論。

圖四、白葉稻台農育10218002號。

圖五、黃葉稻台農育9014002號。

五、植株外觀亮麗，但需細心呵護

水稻葉片是行光合作用的主要地方，關係到植株生長、產量高低與米飯口感；花青素增加會影響葉片吸收光能，白化突變通常是致死突變，黃化突變則光合能力降低，這些濃妝艷抹的特殊水稻生育不佳，容易死亡，種植困難，往往在育種選拔過程中即被育種家淘汰，所以不會在一般栽培水稻中發現。但是，這些葉色突變體是基礎科學研究的良

好材料，國際上進行相關的研究也非常多，才得以被保留展現。目前台灣彩葉稻之研發正處於起步期，所選育獲得的品系對於環境的適應性不像經過育種家數百年來不斷改良的栽培品種，因此尚有許多待克服的缺點，而且由於受限於光合作用不足，彩葉稻的產量和口感均不佳，僅適合觀賞用。因此，基於對品種應有一定程度環境適應性的認知與堅持，目前均仍以品系代號來進行推廣，或者也可以「紫葉稻」、「黃葉稻」、「白葉稻」名稱來通稱這些不同葉色的彩葉稻品系。

台灣自民國85年推動良質米政策，育種單位陸續育成了許多好吃、品質優良的白米品種，也成為台灣米的特色；因此，在育種上必須特別注意避免「有色米」基因造成的影響，農業試驗所育種人員特別注意應用的紫葉基因特性，目前在台灣使用的各種彩葉稻品系，雖然植株外觀亮麗，但僅有植株莖稈與葉片會產生鮮艷的色彩，它們的糙米跟一般水稻品種沒有兩樣，都不具特殊的色彩，且由於所應用的紫葉基因與紫米相關調控的基因有所不同，並沒有產生「有色米」的疑慮。水稻雖為自交作物，仍有1-6%的天然雜交率，由於這些彩葉稻相關基因與一般栽培品種仍有所差異，可能在栽培生產過程中擴散至栽培種，惟幸運的是這些基因往往會造成後代光合作用不良，生長弱勢而被淘汰，因此，在稻田彩繪之餘仍然必須謹慎小心，避免影響產業發展。

六、結語

彩葉稻應用於稻田彩繪有其天然限制，無法如同顏料般的任意調整色彩，但也正因如此才顯現出生命的價值；紫葉稻富含的花青素必須接受紫外光的照射才會更鮮艷，所以大太陽會把紫葉稻曬得更黑、更紅；而白葉稻屬於不完全白化突變，黃葉稻屬於葉綠素生合成降低的突變，仍然保有部份葉綠素生合成反應，但這種反應經常受到溫度影響，在適當溫度環境下可恢復葉綠體的功能，因此遇到高溫季節白葉稻與黃葉稻葉片就容易變淡綠，影響田間彩繪配色。所以，要完成一個成功的稻田彩繪除了有豐富顏色表現的彩葉稻品種、精細田間放樣技術、熟稔的插秧技巧、良好的田間管理，最重要時仍是天時、地利、人和。

七、參考文獻

Furukawa T., Maekawa M., Oki T., Suda I., Iida S., Shimada H., Takamure I. and Kadowaki K. 2006. The Plant Journal. 49:91-102.

Maeda H., Yamaguchi T., Omoteno M., Takarada T., Fujita K., Murata K., Iyama Y., Kojima Y., Morikawa M., Ozaki H., Mukaino N., Kidani Y., and Ebitani T. 2014. Breeding science. 64(2):134-141.

Sakamoto W., Ohmori T., Kageyama K., Miyazaki C., Saito A., Murata M., Noda K., and Maekawa M. 2001. Plant and Cell Physiology. 42(9): 982-991

農桿菌媒介秈稻轉形平台之建立

農試所生技組 王怡雯 陳涵葳 游舜期 王昭月 曾馨儀 林大鈞

一、前言

水稻基因體解序工作於1998年展開，結合日本、美國、中國大陸、台灣與法國等10個國家的資源進行合作，解序初稿已在2002年12月發表，並於2004年宣告完成，涵蓋97%以上基因組序列解讀，精準度高達99.99%，對於單子葉基因表現調控提供珍貴訊息。為了能夠有效利用水稻基因體資訊，並達到抗病蟲、節水生長、耐逆境與高產育種的最終目標，建立水稻基因功能驗證轉殖平台便顯得相當重要。農桿菌轉殖的優點包括低成本、高效率、低拷貝數、適合大片段基因轉移，且轉殖株具有外源基因表現穩定等特性。自1994年Hiei等學者成功取得梗稻農桿菌轉殖株後(Hiei *et al*. 1994)，轉殖率可達30~50%，但秈稻僅有2成的品種可以透過農桿菌法進行轉殖，且轉殖效率遠低於稉稻品種，顯示稉稻與秈稻間存在相當多的品種差異性。本文將簡單介紹秈稻轉殖效率低的原因，以及目前秈稻轉殖系統發展的概況。

作　　者：王怡雯聘用助理研究員
連絡電話：04-23317356

二、秈稻轉殖障礙之成因

影響秈稻品種或品系轉殖效率的原因除了品種差異外，還包括了下列因素：(1) 感染組織細胞種類與株齡；(2) 轉殖所使用的農桿菌菌種；(3) 轉殖之外源基因、表現載體之構築等；(4) 篩選的抗生素種類、濃度；以及 (5) 轉殖後水稻培植體再生條件等。Hiei及Komari兩位學者改以秈稻新鮮未成熟的胚作為培植體起始材料，並改進胚的切片方式，轉殖效率可提高至6~8倍，顯示植物材料組織選擇對轉殖效率亦有顯著影響 (Hiei & Komari. 2006)。比較EHA105與LABA4404兩種常見的農桿菌菌種對秈稻品種的轉殖效率，結果顯示LBA4404具有較佳的轉殖成功率，可見植物材料與轉殖菌種間具的交互作用對轉殖效率影響大(Pipatpanukul *et al*. 2004)。

農桿菌對不同種(species)或不同品種(cultivars)之培植體感染能力差異相當明顯，培植體經農桿菌感染後後產生的防禦反應，常會表現抑制生長的代謝產

物，導致培植體褐化和壞死現象，2012年Tei等學者選擇秈稻系統的珍汕Zhenshan 97 (ZS)與稉稻系統的日本晴Nipponbare (Nip) 兩品種為材料，以轉錄體學的方式分析兩者轉殖效率差異的成因(Tei *et al*. 2012)。將ZS與Nip種子胚盤所誘導的癒傷組織以農桿菌法進行轉殖，共培養後3天ZS與Nip的轉殖效率分別為40.8%與85.2%，而20天後轉殖率則分別降為3.2%與53.5%，顯示秈稻品種之農桿菌轉殖效率，不論是暫時性與穩定性表現上均較稉稻差；以微陣列 (microarray) 分析農桿菌轉殖後0、1、6、12、24小時之水稻樣品全基因組表現群組 (genome-wide expression profiling)，並將結果以TIGR Rice Genome Annotation project、Gene Ontology (GO) 與Biological process (BP) 所公布的基因解序資料進行基因功能註解與分類，可知在早期的感染階段 (1~6小時)，ZS品種中與氧化逆境、創傷、ABA刺激、細胞訊息傳遞、碳水化合物、多醣、幾丁質分解等相關基因表現量提升，而荷爾蒙、生長素、DNA受損後修復等相關基因表現則下降，推測秈稻對農桿菌感染後啟動較強的防禦反應，使農桿菌無法順利進入細胞核中，進而影響秈稻轉殖效率。

三、秈稻轉殖系統之改進

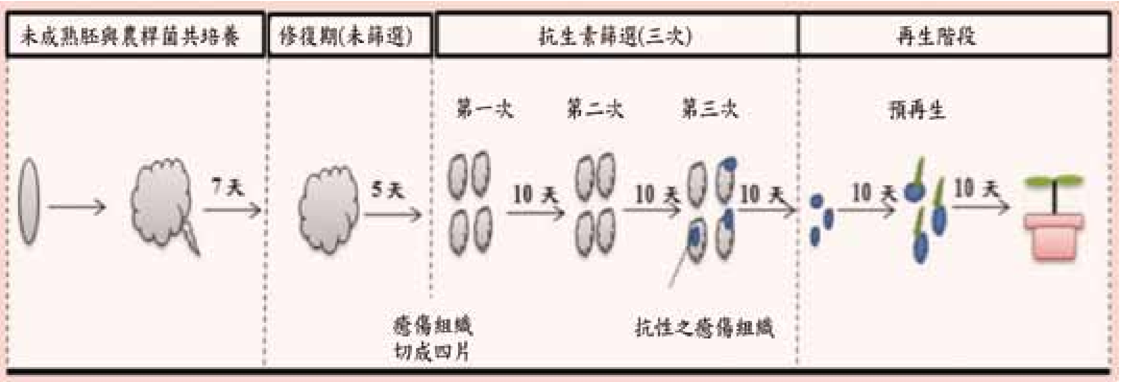
本實驗室以TN1及IR64作為秈稻轉殖的模式品種，選擇適合的培植體、菌種，配合玉米Ubi-1啟動子驅動綠色螢光蛋白(ZsGFP)的表現載體，進行秈稻轉殖效率試驗，螢光蛋白表現可幫助培植體的早期篩選，縮短秈稻轉殖效率試驗的進程。改進後的秈稻轉殖流程簡述如下(圖一)：

Step 1：材料前處理

選取未成熟的乳熟期水稻種子，約是水稻授粉後2週之穀粒，將種子外殼去除後並放置於50 ml 離心管，加入75 %酒精後輕微搖動消毒1分鐘，再以1 %漂白水消毒5分鐘，隨後用無菌水清洗5次。

Step 2：農桿菌轉殖與共培養

將消毒完的種子放置於無菌濾紙上，以鑷子擠壓將胚擠出，取出的胚以胚盤朝上的方向放置於誘導培養基，之後加入活化的農桿菌菌液5 μl (O.D=0.3)，於25℃下黑暗處理共培養7



圖一、秈稻轉殖平台流程示意圖。

天。共培養結束後移除未成熟胚之芽體，並將殘存的農桿菌菌液清除，再將轉殖後的胚以胚盤朝上的方向放置於恢復培養基，於30℃全光照靜置5天。

Step 3：癒傷組織誘導、篩選

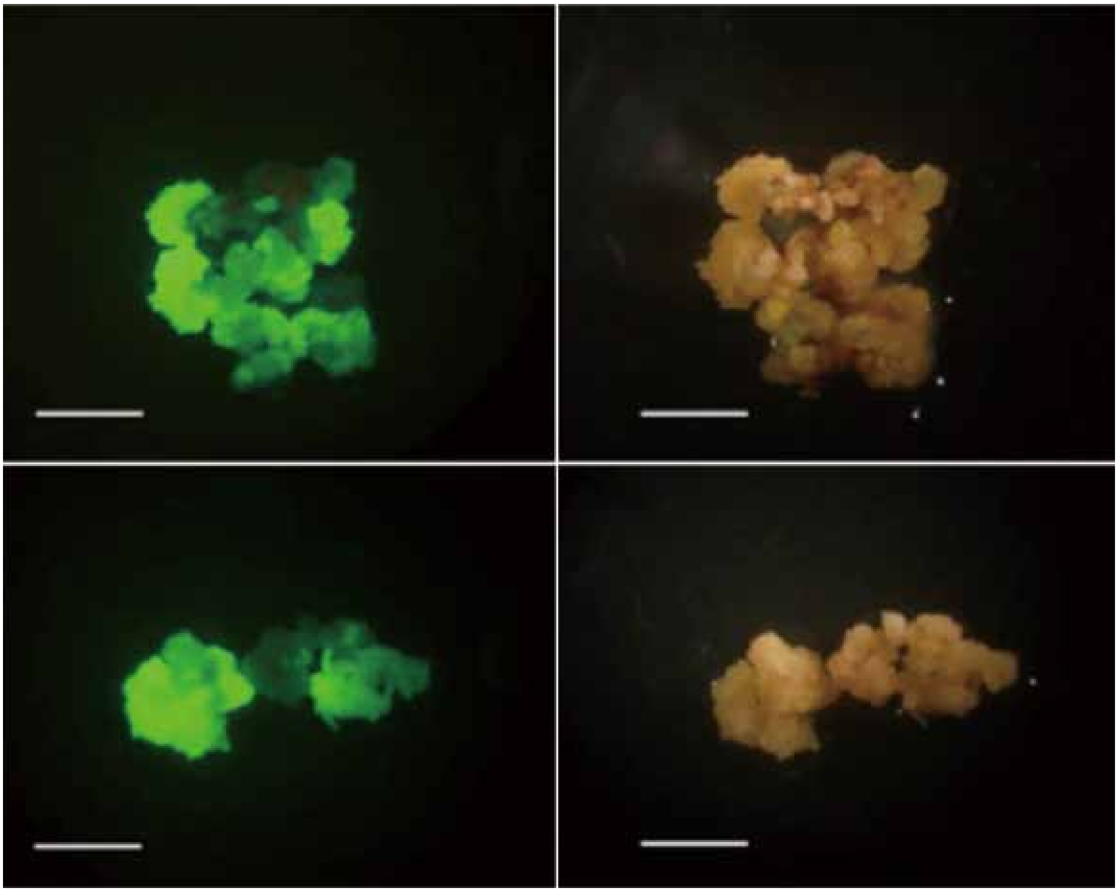
待培植體修復後將轉殖的胚切成4塊，胚盤朝上放置於篩選培養基，於30℃全光照處理10天，經過二次的篩選後，可在螢光顯微鏡下確認癒傷組織是否有螢光基因表現(圖二)，將確認螢光蛋白表現的癒傷組織移至預再生(pre-regeneration)培養基，於30℃全光照 10天，其餘癒傷組織則繼續於篩選培養基繼代。

Step 4：癒傷組織再生與擬轉殖株確認

癒傷組織在預再生培養基中可分化產生綠色點狀，將具有綠點的癒傷組織移至再生分化培養基培養，便可取得擬轉殖株(圖三)。以無菌土栽種於生長箱，進行馴化，待其生長健壯後，便移至溫室待其抽穗結實。同時，進行分子檢測確認外源基因是否成功導入。

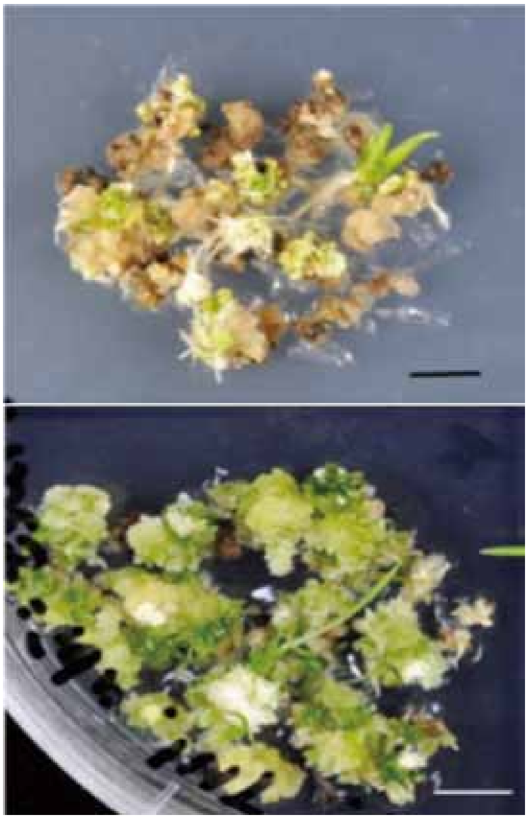
四、未來展望

探討水稻基因功能研究必須建立高效率且適合各品種通用的轉殖技術平台，然而目前的轉殖系統以稉稻較純熟，同時轉殖效率也較高，但是在秈稻的轉



圖二、具抗性之癒傷組織螢光基因表現情形。左: 螢光光源；右: 普通光源。Bar=0.5cm。

殖系統的報導卻是較少且相對困難，雖有成功的例子，但是轉殖率低，僅限於特定的品種，本方法能從單一未成熟胚獲得大量獨立的轉殖株系，簡化試驗工作流程，精簡人力支出，是一個有效率的轉殖平台，未來還可廣泛應用於組織培養再生率低及基因轉殖困難的品種，有助於探討秈稻基因功能功能性驗證。此外，隨著基因組編輯 (genome editing) 技術的發展，可利用meganuclease、ZFN (Zinc-finger nuclease)、TALEN (transcription activator-like effector nuclease) 與CRISPR (clustered, regularly interspaced short palindromic repeats)/Cas9 (CRISPR-associated protein 9) 等方法，對目標基因



圖三、癒傷組織再生分化成擬轉殖株。

的DNA片段進行突變、置換、插入等編輯，而將目標基因剔除 (gene knockout) 及剔入 (gene knock-in)，開拓了基因工程新視野，配合改良後的水稻轉殖技術，進行重要性狀基因在秈、稉遺傳背景下的的功能驗證，可作為後續分子育種的重要基礎。

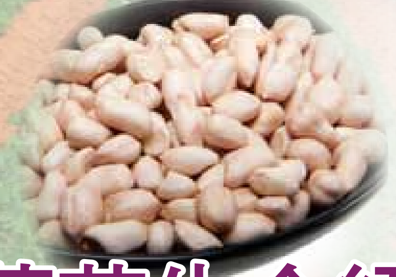
伍、參考文獻

Hiei, Y., S. Ohta, T. Komari, and T. Kumashiro. 1994. Efficient transformation of rice (*Oryza sativa* L.) mediated by Agrobacterium and sequence analysis of the boundaries of the T-DNA. *Plant J* 6 (2):271-282.

Hiei, Y., S. Ohta, and T. Komari. 2006. Improved protocols for transformation of indica rice mediated by *Agrobacterium tumefaciens*. plant cell, Tissue and Organ Culture 85:271-283.

Tie, W., F. Zhou, L. Wang, W. Xie, H. Chen, X. Li, and Y. Lin. 2012. Reasons for lower transformation efficiency in indica rice using Agrobacterium tumefaciens-mediated transformation: lessons from transformation assays and genome-wide expression profiling. *Plant Mol Biol* 78 (1-2):1-18.

Pipatpanukul, T., Bunnag, S, Theerakulpisut, P. and Kosittrakul, M. 2004. Transformation of indica rice (*Oryza sativa* L.) cv. RD6 mediated by Agrobacterium tumefaciens. J. Sci. Technol 26 (1) : 1-13



應用分子標誌輔助選育高油酸落花生介紹

農試所作物組 戴宏宇　桃園場 許育鳴

一、前言

栽培種落花生(*Arachis hypogaea* L.)為異源四倍體(AABB, 2n = 4x = 40)一年生豆科植物，為世界第六大油料作物(2013年栽培面積為2千5百萬公頃)，主要種植於熱帶及亞熱帶地區。落花生過去為台灣重要油料作物，隨著大豆油等廉價食用油引進，目前主要用作鮮食及加工用途，為台灣重要的雜糧作物之一。落花生含有豐富油脂(約40-54%)，其中油酸(Oleic acid，單元不飽和脂肪酸)及亞油酸(Linoleic acid，多元不飽和脂肪酸)佔了油脂80%以上，脂肪酸的飽和程度越高其化學性質亦相對越穩定，已有研究報告指出落花生提高油酸與亞油酸含量比(Oleic : Linoleic acid ratio, O/L)有助於延長落花生保存期限。此外，亦有研究報告指出適當攝取含高油酸的食用油對於健康可能有正面幫助，因此自Norden等人於1987年發表第一個高油酸品系後，將高油酸比性狀導入為目前落花生育種的重要目標之一。目前研究指出高油酸比性狀主要由兩個基因共同控制，分別為ahFAD2A及ahFAD2B，隨著分子標誌技術的演進，針對高油酸對偶基因的分子標誌陸續被開發。其中一種基因型鑑定系統利用Taqman探針，以即時聚合酶連鎖反應(Real-time Polymerase Chain Reaction, Real-time PCR)快速檢測基因上的單一核苷酸多型性(Single Nucleotide Polymorphisms, SNP)，捨棄傳統PCR系統需要等待膠體電泳的時間，藉由螢光放大的結果進行基因型鑑定。本文將介紹此系統的原理及流程，以及在高油酸落花生育種的應用現況。

作　　者：戴宏宇助理研究員
連絡電話：04-23317111

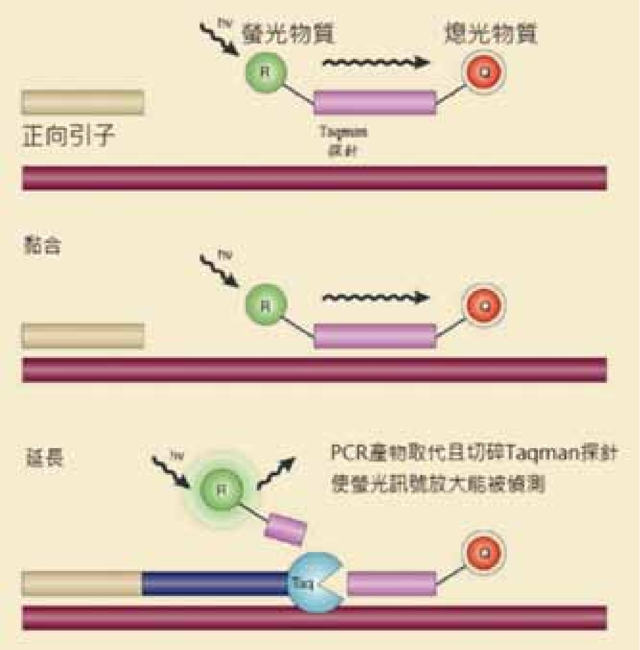
二、Taqman探針系統原理

Taqman探針是一組具專一性的oligonucleotide，在5端位置連結一個螢光物質，在3端位置連結熄光物質(quencher)，當此螢光物質與quencher距離夠接近時，會構成螢光共振能量轉移(Fluorescence Resonance Energy Transfer, FRET)的條件，使熄光物質吸收螢光物質所激發的能量，因此無法偵測到螢光物質的訊號。

在Real-time PCR設計流程中，Taqman探針黏合處會被設計在正向引子(forward primer)與反向引子(reverse primer)間，具有目標單一核苷酸多型性的核酸序列類(圖一)。PCR反應開始時，在黏合(annealing)過程中，探針與兩引子與模板黏合，接著聚合酶開始延長引子，當延長至Taqman探針黏合處時，由於聚合酶具有5端核酸外切酶(exonuclease)的活性，能將Taqman 探針降解。此時螢光物質與熄光物質分離，不再具有螢光共振能量轉移的條件，因此得以偵測螢光物質的能量(螢光物質發光)，當PCR結束時，每一循環所偵測的螢光物質訊號積累量為目標DNA序列的放大量。

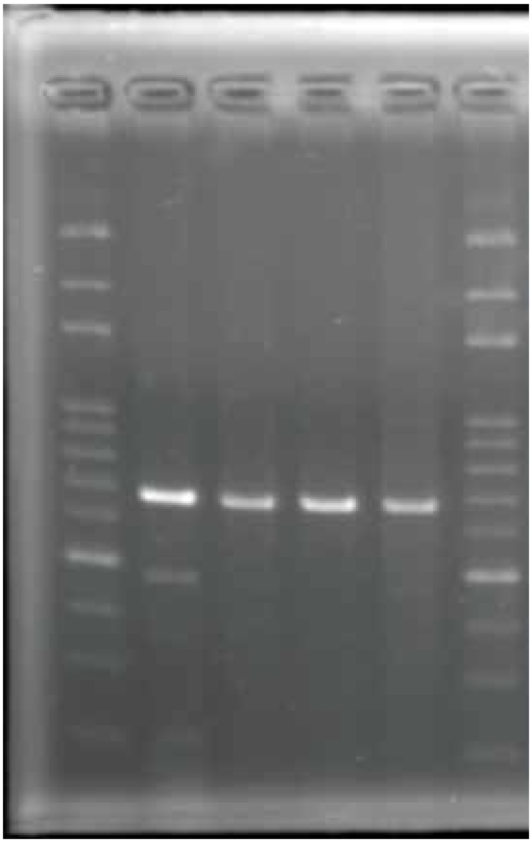
三、以Taqman探針系統進行高油酸比落花生基因型鑑定

落花生高油酸比性狀由ahFAD2A及ahFAD2B兩基因共同控制，野生型與突變型ahFAD2A於起始密碼子算起第448個核苷酸位點存在一個SNP，野生型ahFAD2A於此位點的基因型為G，而突變型ahFAD2A於此位點的基因型為A；而野生型與突變型ahFAD2B的差異於起始密碼子算起第441個及第442核苷酸位點間存在單一核苷酸插入，突變型ahFAD2B於此位點有一個A核苷酸插入。藉由上述SNP，設計專一性Taqman探針進行高油酸比落花生基因型鑑定。以ahFAD2B為例，一組檢測ahFAD2B基因型的試驗試劑包含兩組專一性Taqman探針及一對引子。兩組Taqman探針中，一組為野生型ahFAD2B專一性探針，其5端所連結的螢光物質為VIC；另一為突變型ahFAD2B的專一性探針，其5端所連結的螢光物質為FAM。當Real-time PCR進行時，如試驗個體帶有野生型ahFAD2B同結合基因型，只會有VIC的螢光訊號被放大，在圖二中為紅點；如試驗個體帶有突變型ahFAD2B的同結合基因型，僅有FAM的螢光訊號被放大，在圖二中為藍點；如試驗個體為異結合基因型，則FAM與VIC的螢光訊號會同時被放大，在圖二中為綠點。目前本研究室已經成功以Taqman探針系統進行高油酸比落花生基因型鑑定，以選拔個體及推進育種世代。



圖一、Taqman探針系統原理 (Koch, 2004)。

圖二、ahFAD2B基因型鑑定之結果。



圖三、ahFAD2B的CAPS分子標誌。

四、結論

分子標誌輔助選種已經在育種上被廣泛利用，但使用分子標誌進行基因型鑑定時，因膠體電泳需進行膠體製備與PCR產物泳動才能完成分析，花費大量人力及時間成本，且有可能因酶切不完全、PCR產物濃度、染色及照相效果影響判讀(圖三)，Taqman探針系統以螢光訊號判定來進行SNP的基因型鑑定，能省下過往CAPS及dCAPS基因型鑑定中等待酵素酶切及膠體電泳所花費的時間。此外，目前Taqman探針系統等SNP基因型分析平台單位成本亦隨著技術發展下降，本研究室亦證明此系統可順利應用於多倍體作物之基因型鑑定，提升篩選雜交後代通量，有助於分子育種工作發展。

五、參考文獻

Chu Y, Holbrook CC and Ozias-Akins P. 2009. Crop Sci. 49: 2029-2036.

Koch, W. H. 2004. Nat Rev Drug Discov, 3(9), 749–761.

Mienie, C. M. S. and Pretorius, A. E. 2013. Afr. J. Biotechnol. 12(27): 4283-4289.

Norden, A. J., Gorbet, D. W., Knauft, D. A., & Young, C. T. (1987). Peanut Sci. 14(1): 7–11.

台灣香菇栽培史(下)

農試所退休人員 宋細福　農試所植病組 呂昀陞 石信德

接續上篇

三、香菇木屑塑膠包開發與推展期

台灣省農業試驗所自1974年，發表香菇栽培新方法，並陸續於1983、1986、1993年編印推廣手冊後，乃漸次取代了大部分的「香菇段木栽培法」。此一「香菇栽培新方法」，是以木屑壓裝於塑膠包內，再經高溫殺菌後，接種培養而成；此乃世界香菇栽培史之首創；日本學者曾撰文稱：日本是農業技術輸出大國，惟獨「香菇木屑塑膠包」栽培法之技術，是從台灣輸進日本。日本輸入本技術後，曾嘗試做了諸多的改變：如將原來之圓形包體，改成方形包，以利排包作業；或另有改成大型方塊者…；但結果都告失敗；筆者曾受邀親自前往參訪結果，確認是由於”方形包”之包體”，排包時無空隙得以通氣，故熱交換”不足；而”大型方塊者”在香菇栽培期中，必須要有之振動作業不便之故。最後還是採行原來輸入之圓形包方式，而且連製包機亦採購自台灣彰化永靖之”忠興鐵工廠”製品。

1982年中國大陸福建古田縣彭兆旺先生，採用了香菇木屑代料大田栽培成功，1984年推廣至全中國；此一方法乃屬長形棒狀木屑塑膠包，以多點接種方式而完成。

在台灣方面，2011年在菇類產業發展研討會”之刊序上有：”台灣在1960～70 年間除了研發推廣洋菇成為世界第一的出口國外，也成功開發出全世界首創之”香菇太空包栽培技術”。

有關「香菇木屑塑膠包栽培法」研發及推展之詳細過程簡述如下：

(1)當年研發「香菇木屑塑膠包栽培法」時之時代環境背景

台灣在1950年代後，政府為發展洋菇外銷產業，且在洋菇基金會之運作下，多年來對洋菇之研究計畫，確實不遺餘力的投入，但對其他菇類則鮮有支援，香菇者亦然；因之「香菇木屑塑膠包栽培法」之研究，乃在無經費支援下進

通訊作者：石信德副研究員
連絡電話：04-23317521

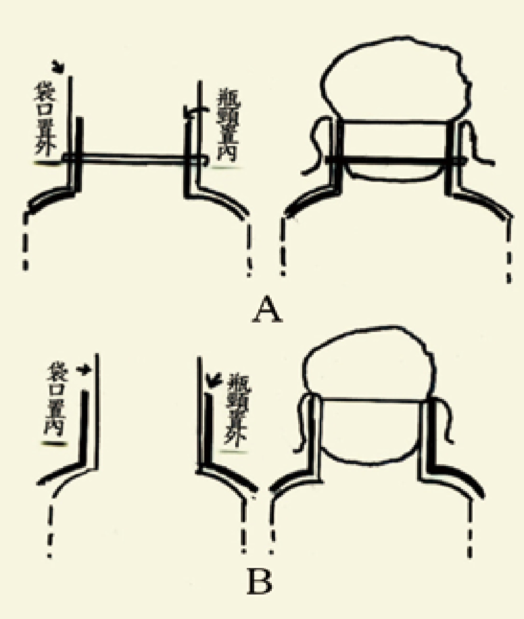
行；在最初步基礎試驗時，當得在研究室進行；但在較大量實驗之際，則只得藉助於業界的合作才能順利完成。

(2)「香菇木屑塑膠包」創作之雛形

1967年代前，木屑塑膠袋培養菇類，最大困擾是棉栓之設置，筆者乃首創以剪下之塑膠瓶口置於包內，再紮緊包袋口於該瓶頸外方的方法(如圖十三A)進行實驗，而得到初步的改善；此一方法乃委請新竹協和菌種場李增鑑先生進行「香菇木屑塑膠包栽培法」實驗。

(3)「香菇木屑塑膠包」活動瓶頸之改良

1968年代，李太太黃一妹女士及李增艦先生在製包作業時，發現如能將該塑膠袋口束緊，並先穿過瓶口，再予反轉後拴上棉花 (如圖十三B)，如此一來不但可以達到省工之目的，且理論上應得以減少感染雜菌機會；經再三試驗果真



圖十三、塑膠包口之不同裝置法。

如此；於是乃製模大量生產應用；此一改良雖只是一小步，但對「菇類木屑塑膠包之製作」卻是極大之一大步；於是乃提出申請專利，並於1971年獲”經濟部中央標準局”台專字第20465號准於專利10年在案；並無償公開天下共享之。

(4)香菇木屑塑膠包首創生產行列之第一批香菇

1967年開始，為闡明「香菇木屑塑膠包栽培法」，需在香菇接種後多少時日，進行出菇處理較為適當；結果發現3個月以內者，由於菇蕾之分化不濟，故不是不出菇就是形成畸形菇，毫無經濟價值；直到180-200天始可形成腳小傘大之優質菇體(圖十四)；在1974年發表於豐年半月刊(圖十五)。

(5)台灣「香菇木屑塑膠包栽培法」之推展

a. 1974年後，部分有識之士及民間菇類業者，發現利用「香菇木屑塑膠包栽培法」生產香菇，可得極為豐厚之利潤，故而紛紛設場生產(圖十六～二十五)。

b. 1983年，政府為因應當時民間之需求，乃由行政院農委會、台灣省政府農林廳編印「香菇木屑塑膠包栽培」手冊，正式推廣及講習；在台灣省農業試驗所舉辦第一次全省發表會時，吸引了島內、外500多人之參與，使大禮堂會場爆滿，諸多想與會者無法進入，感之為憾。

後來再得力於全省民間菌種場之雄厚推展動力，並各盡其能，快速遍推於全省；當時有生產”香菇木屑包”業者，

如台灣中部地區曾有一天可以生產10萬包、20萬包、甚至最多之詹養菌場可達30萬包之多，其他小量生產場有數十家。從事直接之生產業者，一般以年栽培10萬包者，為最小生產經濟單位，最多者在台中新社青松農場王幼青先生，曾年栽培一千萬包，堪稱空前；在1986-1987年間，全省生產乾香菇近九千公噸，產值達新台幣76億元。

c. 1986年，行政院青年輔導會，為訓練青年就業之需，再請台灣省農業試驗所宋細福撰稿編寫，”香菇木屑塑膠包(太空包)栽培及經營”一書，發行為用。

d. 1993年，行政院農委會、台灣省政府農林廳編印「香菇太空包栽培」手冊。

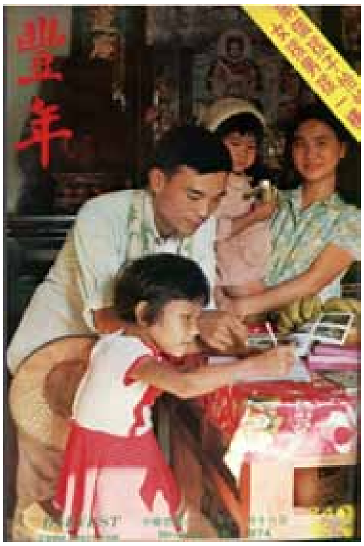
e.1987-1996年，台灣香菇木屑包之栽培量，均維持在1億2千萬包左右，堪稱最興盛期。

(6)建立香菇分級資料，完成「香菇中國國家標準CNS」

a. 1986年，台灣省農業試驗所印製”香菇採收及乾燥分級資料圖”單張掛圖，作為全省香菇產品分級之參考。

b. 1997年，依上述”香菇採收及乾燥分級資料圖”提供經濟部中央標準局「建立香菇中國國家標準CNS11809」，作為台灣香菇產品分級之依據。

圖十四、世界首創香菇木屑包栽培之第一批出菇。



圖十五、世界首創「香菇木屑塑膠包」栽培法之第一篇報導。

圖十六、木屑原料加水堆積備用。本圖為木屑堆機作業狀況；木屑經加水堆積及翻堆作業後，得作為正式製作"香菇木屑塑膠包"之用。

圖十七、木屑原料過篩作業。一般木屑須經篩過，除去木屑中之小木塊或尖硬雜物，以免壓包時刺破包袋，而增加雜菌率。此圖乃配合鏟斗車、電動篩及輸送帶等設備

圖十八、配料。本圖為輸送帶將篩過之木屑，送到機械混合槽，經充分混合後，再經另一輸送帶送出之設備。所需配料，除木屑外計有：適量的水、米糠或粉頭等。

(7)台灣香菇業出現之危機

a. 1987年後，由於政府禁伐森林木材等因素，而致所需「香菇木屑包」之木屑，漸感不足且價格也隨之日漲；1991年，香菇菌種業者羅欽師，首組百木世界有限公司，自東南亞等國，大量進口製木業之邊材，用大型製木屑機製成木屑，廣為供應香菇木屑包業者，使木屑不足之壓力稍得減輕。

b. 1987年後，由於大陸香菇藉由走私，大量以台灣當時成本菇價450-500元之25%，約100-160元直接走私，甚或偽造產地證明經第三國轉口進入台灣，造成台灣之菇價大跌；遂由青松農場負責人王幼青發起組「台灣省香菇自救會」聯盟，藉以向政府相關單位抗議，盼望政府協助菇農解決問題；2010年代後，由於大陸經濟起飛，本身之需求量也不斷的增加，因之對台灣香菇市場之壓力也隨之減輕；自此之後，台灣之香菇，在栽培數量上，雖未能大量增加，但績優之業者，總算得有適當經營空間。

(8)台灣香菇木屑包菇栽培品種之演變

a. 1967年代後，台灣香菇木屑包栽培所用菌種，均由業者自日本引進；如#701、#465、#w4、#日農4號、日農5號、日農7號及#252、#271…等(參1、4、5、6)，後來尚有引進#33號較耐熱之品種。當時主要引進者，有農林菌種場趙守嚴、台中中興嶺之林繁雄等多人。

b. 1996年台灣省農業試驗所育成香菇「台農1號」，並經正式命名推廣。

(9)香菇菌種繁殖推廣體系之建立

1986年，建立”香菇菌種繁殖推廣體系”，提供菌種業者繁殖推廣菌種之參考，以防不良菌種之推出，而影響產業及商譽。

(10)台灣香菇木屑包栽培栽培後廢包材料之再利用

1987年代後，為加強菇類培植廢棄木屑太空包處理再生利用：農委會農林廳於各主要產區輔導設置廢棄太空包處理場，購置廢包分離機、塑膠熱熔機等相關再生設備，以處理廢棄太空包，減少環境污染並促進廢棄資源再利用。

當時在主要產區如台中縣新社鄉、南投縣魚池鄉、埔里鎮、國姓鄉、水里鄉、竹山鎮、嘉義縣中埔鄉等，均已輔導設立專業廢棄菇類太空包處理場，年處理量約2億包。

(11)台灣香菇木屑包栽培栽培之汙染雜菌普查及防治

a. 1991年，農試所開發以藥劑 panmush 等混合於太空包可有效的防治雜菌污染。

b. 1993年，農試所完成香菇太空包污染雜菌調查及防治方法之改進研究，發表於中華農業研究。

(12)香菇栽培產值產量盛期

2010年後，香菇是台灣最重要之菇種，除產值與產量皆為最高外，栽培戶數亦是最多，約有616戶，其主要栽培地在台中市新社區、和平區谷關、南投縣埔里鎮、魚池鄉、國姓鄉、竹山鎮、彰化縣溪州鄉、台南市白河區關子嶺等地，

圖十九、裝袋壓包。本圖為另一輸送帶，將混妥之材料，送入壓包機存料口，及壓包機壓包之操作。壓包機，早期採用電動單座型，每台工作量3000包/天；此一半自動旋轉型者，可達7000包天左右。

圖二十、裝箱架。本圖為大型裝箱架，可入裝48箱，計576包之木屑包；以資分批吊掛送入殺菌釜中。

圖二十一、殺菌。本圖為無壓力，95-100℃低溫殺菌釜，其大者可容納3000包以上；另有採用高壓121℃高溫殺菌者。

圖二十二、接種。本圖為早期以手工接種法接種情形；後有改以機械接種法者；最後再有改為液態菌種接種者。

圖二十三、管理出菇盛況。本圖為香菇木屑包處理第一次出菇情形；處理出菇時間依品種不同而異。

圖二十四、出菇近觀之一。本圖為一般闊葉木屑培養出菇狀況。

依據2013年統計約有46,000公噸之鮮菇產量，依據2015年之調查結果顯示，產量下降為42,000公噸，而產值約為44億八千萬 (表一)。香菇太空包(菌床)之栽培量在穩定中略有成長，目前仍約有2億2千萬包之數量(表二)，而在2015年氣候不利於生產，加上有菇類菌種退化問題，使得產量下滑。而在栽培戶數部份，在台中地區之香菇栽培戶有微幅成長，但在南投地區則為下滑，而彰化地區之下滑更為嚴重，目前僅剩1戶栽培約40萬包之數量，此一現象可能與氣候暖化導致平地栽植香菇困難度增加有關。

四、結語

台灣香菇近年來面臨氣候暖化、菌種弱化、產量下降的困境，加以大陸走私香菇的威脅及國際市場之挑戰，提升台灣菇農栽培技術的工作迫在眉睫；由農糧署、種苗改良繁殖場、農業試驗所、水土保持局、台中市政府農業局、新社區農會及台灣菇類發展協會等單位，共同推動成立「台灣菇類菌種產發研究中心」，將由農試所提供技術移轉和輔導，協助該中心培育品質優良的菌種，供菇農栽培，提升台灣香菇農業技術，以因應國際菇類市場的競爭。

五、參考文獻

宋細福。1974。香菇栽培新方法。豐年半月刊 24卷22期。

宋細福。1983。香菇木屑塑膠包栽培。農民淺說255A-園藝48。行政院農委會、台灣省政府農林廳編印。

圖二十五、優質冬菇形香菇。本圖為殼斗科之木屑培養出來的優質香菇；質地較為結實。

表一、台灣地區主要菇類品項之產量與產值

菇種	產量(噸)		產值(萬元)	
	2014年	2015年	2014年	2015年
香菇	46,000	42,000	519,800	448,980
金針菇	33,000	30,000	149,690	134,700
杏鮑菇	22,000	26,000	176,660	206,960
秀珍菇	3,500	3,750	26,320	29,025
木耳	14,000	17,500	89,880	113,225
其他	13,000	14,500	180,000	208,000
合計	131,500	133,750	1,142,350	1,140,890

表二、台灣主要菇類品項之栽培量與分佈地

菇種	台灣菇類栽培量		分佈
	2014年	2015年	
香菇	21,000萬包	22,000萬包	台中、南投
金針菇	11,000萬瓶	10,000萬瓶	台中、南投、彰化
杏鮑菇	13,000萬包	14,000萬包	彰化、台中、南投
木耳	4,000萬包	5,000萬包	嘉義、南投、台中
秀珍菇	1,400萬包	1,500萬包	南投、彰化
其他	5,000萬包	5,500萬包	

宋細福。1983。香菇太空包栽培。農業教育教材。統一編號30068820072。行政院農委會、台灣省政府農林廳編印。

宋細福。1986。香菇採收及乾燥分級資料圖。台灣省農業試驗所印製。

宋細福。1986。香菇木屑塑膠包(太空包)栽培及經營。行政院青年輔導會發行。

宋細福。1997。建立香菇中國國家標準CNS11809 本省歷年所開發之菇類。客家時空珍語。

宋細福。1997。香菇新栽培技術之開發。台灣食藥用菇類之生態與應用圖冊

陳希煌。2000。台灣菇類文化館專刊。行政院農委會、農業試驗所協辦，台中縣霧峰鄉農會發行。

陳錦桐、石信德、陳繹年、安寶貞。2011。菇類產業發展研討會專刊。農業試驗所編印。

劉育姍、康瑋帆、呂昀陞、石信德。2016。我國菇類產業現況與技術發展策略分析。農政與農情 285: 64-69。

穩定同位素在農業研究之應用

農試所農化組 劉滄棽

一、前言

氫、氧、碳、氮和硫等穩定同位素普遍存在於大氣圈、水圈、岩石圈及生物圈中，它們在自然界中的含量豐富，且屬質量較輕的元素。所謂同位素為元素之質子數相同，但因具不同之中子數導致質量數不同，如表一中之^{16}O、^{17}O、^{18}O。一般而言，質量較輕的同位素含量較豐(如表一中之^{12}C、^{14}N、^{16}O、^{32}S和^{1}H)；相較而言，質量較重的同位素 (如表一中之^{13}C、^{15}N、^{18}O、^{34}S和^{2}H) 含量較低。近30年以來，由於相關測定穩定同位素比值 ($^{13}C/^{12}C$、$^{15}N/^{14}N$、$^{18}O/^{16}O$、$^{34}S/^{32}S$和$^{2}H/^{1}H$) 的儀器，如氣相同位素比值質譜儀或同位素光譜儀，不僅在分析精確性的提高，同時逐漸普及於各國之實驗室，使得穩定同位素的技術成為各地球環境相關領域研究的有力工具之一。

二、穩定同位素分析

上述氫、氧、碳、氮和硫等穩定同位素的研究主要探討反應物與產物間相關同位素的比值($^{13}C/^{12}C$、$^{15}N/^{14}N$、$^{18}O/^{16}O$、$^{34}S/^{32}S$和$^{2}H/^{1}H$) 變化的比較；此反應物與產物間的同位素比值差異乃由同位素分化作用造成。依國際規則及可跨實驗室比較，同位素的比值以δ表之(如$\delta^{13}C$、$\delta^{15}N$、$\delta^{18}O$、$\delta^{34}S$和$\delta^{2}H$)，其定義為：

$$\delta(‰)=(R_{Sample}/R_{Reference}-1)\times 1000 \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

(1)式中R為$^{2}H/^{1}H$、$^{18}O/^{16}O$、$^{13}C/^{12}C$、$^{15}N/^{14}N$或$^{34}S/^{32}S$，R_{Sample}為樣品之同位素比值，$R_{Reference}$為國際共同標準品的同位素比值 (表一)。因為同位素分化作用(fractionation)造成同位素含量之變化是微量的，因此以千分比（‰）為單位。

同位素比值的測定早先是以「同位素比值型質譜儀」(isotope ratio mass spectrometer)為之。因質譜儀精密，其測定及維護需花費較大之精神及經費，才能維持分析水準。有別於質譜分析，近年有以光譜分析技術的「同位素分析儀」商品化，使同位素分析較質譜分析更為快速、簡便，維護更為容易。但「氣相同位素比值型質譜儀」與「同位素分析儀」在分析及維護上互有長、短之處，端看使用者之需求。

作　　者：劉滄棽副研究員
連絡電話：04-23317426

三、同位素分化作用

穩定同位素的技術在各相關領域研究的基礎在於同位素分化作用(isotope fractionation)。扼要而言，同位素分化作用是指同種元素雖進行相同的化學反應，但是輕、重同位素間因質量、鍵結能的差異，會導致在不同條件下(如溫度)，各同位素間的反應速率不同，進而造成輕、重同位素以不同的比例分配在產物及反應物中。因此，我們可藉由相關元素之同位素組成的變化，探討相關自然環境變遷的訊息及意義。

以光合作用為例，C_4植物之CO_2固定效率較C_3植物為高，以避免長時間打開氣孔，導致水分通過蒸散作用過快的流失。因C_4與C_3植物之固碳途徑不同，故有不同的碳同位素分化作用；相對而言，C_4型植物具相對較多之^{13}C之同位素，其$^{13}C/^{12}C$比值（$\delta^{13}C$) 也較高 (Lajtha and Marshall, 1994; O’Brien , 2015)。因此，$^{13}C/^{12}C$比值記錄著植物生長環境(CO_2含量、水分境況) 的條件。

續以脫氮作用為例。高硝酸根(NO_3^-)濃度的地下水處在無氧環境中，如果再無NO_3^-進入補充的話，地下水就有機會因脫氮作用而減緩其污染程度。地下水經歷顯著之脫氮作用後不僅其NO_3^-濃度會較初始濃度為低，同時其$^{15}N/^{14}N$比值($\delta^{15}N$)較初始比值為高（Kendall, 1998）。在微生物參與的脫氮作用過程中，要打斷與重的同位素原子間之鍵結(如$^{15}N—^{15}N$) 要較與輕的同位素原子(如$^{14}N—^{14}N$) 需要較多的能量。因此，當微生物將NO_3^-中的N轉化成N_2時，會生成含較輕同位素（^{14}N）較多的氮氣，而殘餘的NO_3^-則會較富集^{15}N；是故，反應物(NO_3^-)之$^{15}N/^{14}N$比值較產物 (N_2) 之比值為高。在一連續之脫氮作用之後，較後階段地下水之$^{15}N/^{14}N$比值($\delta^{15}N$)會較前階段為高。因此，可藉比較各時間階段地下水之$\delta^{15}N$值與初始值以評估地下水經歷脫氮作用的程度。

再者以水(H_2O) 之蒸發及凝結作用為例。一般而言，水之氫與氧原子具同步趨勢之同位素分化作用。陸域之非深地層水體均由大氣降水而來，而降水之氣團源自海水蒸發之水

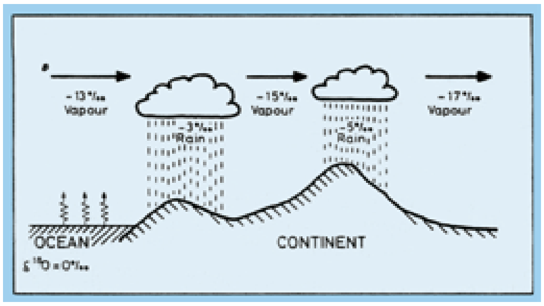
表一、氫、氧、碳、氮、硫等穩定同位素之同位素含量、同位素之比值、待測氣體、參考標準及參考標準之同位素比值的綜合整理 (彭宗仁等，2006)

元素	同位素豐度 (%)	待測氣體	同位素比值	國際參考標準品	參考標準品比值
H	^{1}H: 99.985 ^{2}H: 0.015	H_2	^{2}H / ^{1}H	VSMOW	1.5575×10^{-4}
O	^{16}O: 99.795 ^{17}O:0.037 ^{18}O:0.204	CO_2	^{18}O / ^{16}O	VSMOW	2.0052×10^{-3}
C	^{12}C: 98.89 ^{13}C: 1.11	CO_2	^{13}C / ^{12}C	VPDB	1.1237×10^{-2}
N	^{14}N: 99.633 ^{15}N:0.366	N_2	^{15}N / ^{14}N	AIR-N2	3.677×10^{-3}
S	^{32}S: 95.00 ^{33}S: 0.76 ^{34}S: 4.22 ^{36}S: 0.014	SO_2 SF_6	^{34}S / ^{32}S	CDT	4.5005×10^{-2}

氣 (圖一)。海水之δ^{2}H及δ^{18}O 均在0‰左右，在蒸發作用過程，^{16}O (或1H) 或較^{18}O (或^{2}H)容易進入汽相，造成蒸發之水氣會相對海水富集^{1}H及^{16}O 同位素，故水氣之δ^{2}H及δ^{18}O值會小於0‰。假設水氣之δ^{18}O值為 -13‰，此水氣先在海岸地區凝結降水，其值約-3‰，在凝結作用過程，氣團中之^{18}O (或^{2}H) 會較^{16}O (或^{1}H)容易在降水內；此舉會造成降水後之氣團內之^{18}O (或^{2}H) 相對含量較初始氣團為少 (δ^{18}O值變小，如圖一之-15或-17‰)。因此，越後階段氣團內之δ^{18}O值會越低於初始之-13‰；也就造成越後階段之降水之δ^{18}O值也越小(如圖一之-5‰)。是故會有內陸水體之δ^{18}O值會較海岸地區之值為低的地理差異。因此，不同環境或地區的水體其δ^{2}H或δ^{18}O特徵值可能相異；此水體之δ^{2}H或δ^{18}O地理差異亦會反應在植體上，造成不同地理區之農作物會有相異之δ^{2}H或δ^{18}O值。此為以氫氧同位素作為鑑別相關農產品產地來源之原理依據。

四、現階段研究成果

農委會農業試驗所自2006年購置「同位素比值型質譜儀」以來，除單位本身之研究任務外，也與各相關學術單位合作，以穩同位素技術進行相關課題研究。以下扼述近10年以來之部分成果。



圖一、水分子自海水蒸發到冷凝降水期間之同位素分化示意圖 (Hoefs, 1987)。

(一)有機栽培蔬菜之鑑別試驗研究

不同來源的氮會有不同的δ^{15}N值。因為化學肥料的製造以大氣中之氮作為原料(哈柏法)，所以化學肥料的δ^{15}N值與大氣相似，約為0‰。動物排泄物之δ^{15}N值會明顯較大，這是因為新鮮的動物排泄物中之$^{14}NH_3$較$^{15}NH_3$容易揮發，導致動物排泄物表現出較大的δ^{15}N值，約10~25‰。基於化肥與動物排泄物 (有機肥) 之δ^{15}N值有明顯差距，如果施用化學肥料者，其植體中之δ^{15}N值應會與施用有機肥之值有所區別。

由表二之結果顯示，如果在產地上能同時分析植體及所施用之有機肥之δ^{15}N值，且植體之d^{15}N值大於有機肥之δ^{15}N值的情況，初步可認為此蔬菜是有機蔬菜。相反地，如果全程施用化肥，則蔬菜植體之δ^{15}N值會在0‰左右。

(二)市售瓶裝海洋深層水之水源鑑別

誤貼標籤和攙雜假貨的問題一直都存在，它不僅威脅誠實商人的生計，同時也影響消費者的權利。市售瓶裝飲用水依其水源可分成陸域淡水來源及海域海水來源兩類。以海水做為水源之瓶裝水是將海水透過適當之海水淡化處理後製備而成；以陸域淡水為水源之瓶裝飲用水，依其水源或處理方式之不同，常被標示為純水、天然水、礦泉水、礦質水、湧泉水或竹炭水等展售。以台灣市場瓶裝飲用水之單價而言，使用海水做為水源之瓶裝水(包括國內及進口之海洋

深層水商品)約每公升新台幣30至170元。另一方面，以陸域淡水為水源之市售瓶裝飲用水，其價格約為每公升18至35元。相較而言，亦可做為飲用水的自來水其每公升僅約0.01元。因此，市售瓶裝水之單價遠高於自來水。

由圖二之結果顯示，除有一商品(DSDW-B)之δ^{2}H與δ^{18}O特徵值與陸域水體相同外，其餘海洋深層水商品之δ 2H與δ^{18}O值與海水之特徵值相近 (Peng et al., 2015)。DSDW-B之海洋深層水標示應該是錯誤的。

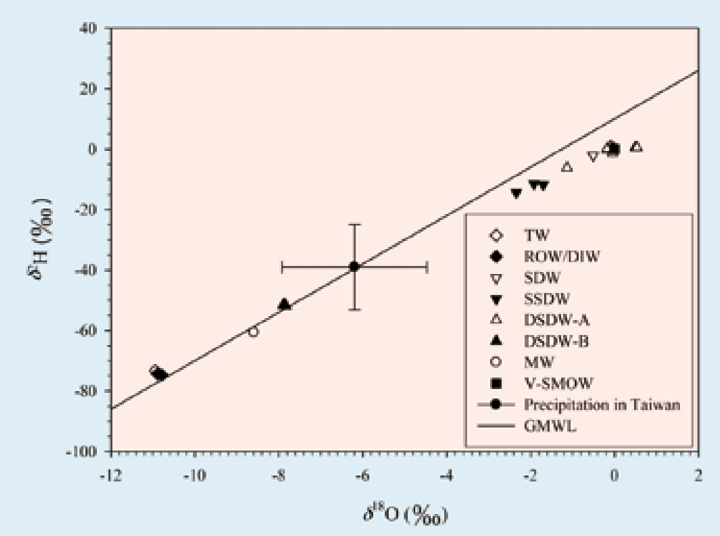
(三)大蒜產地之鑑別研究

由於地理位置、氣候條件及土壤母質不同，造成不同產地植體之同位素組成及微量元素特徵互有差異。分析大蒜標本之δ^{2}H及δ^{18}O值及銣、鍶等25種微量元素濃度，配合主成份分析進行產地區分。試驗標本包括來自阿根廷、中國、越南、韓國及台灣。

由圖三之結果顯示，δ^{2}H及δ^{18}O值能清楚區分出阿根廷(南美洲)及亞洲各國標本，但不能清楚區分亞洲內之各國標本。進一步以PCA分析，結果顯示(圖四)，台灣標本與中國、越南、韓國皆能清楚區分；越南標本可與韓國標本區分，韓國標本可與中國標本區分，但少數越南標本落於中國福建標本群組內。

表二、栽培材料及不同處理青江菜之δ^{15}N和δ^{13}C分析值 (劉滄琴等，2009)

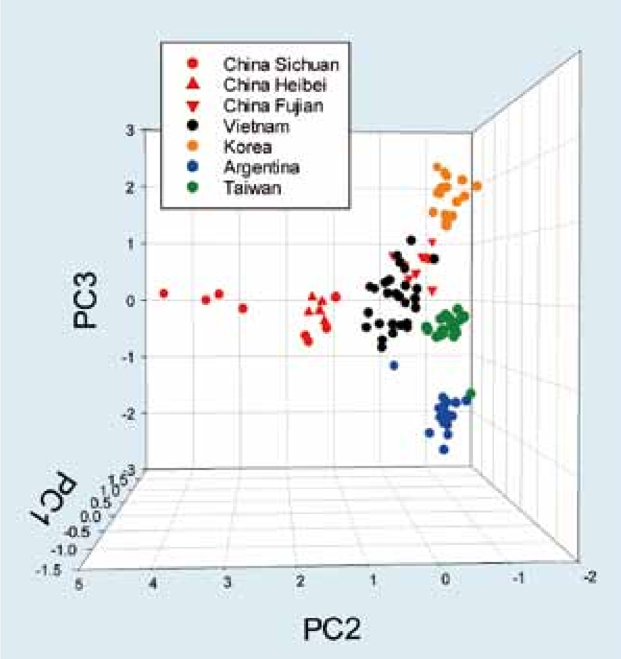
材料/處理		δ^{15}N (‰)	δ^{13}C (‰)
材料			
種子		2.35	-28.76
栽培介質		3.49	-27.33
有機肥		17.64	-24.51
化肥		-0.30	-36.11
各處理			
對照		9.56	-32.59
		5.46	-32.93
		4.62	-32.62
	平均值	6.55	-32.71
施有機肥		19.06	-30.53
		18.92	-31.44
		21.19	-31.76
	平均值	19.72	-31.24
施化肥		0.99	-30.60
		-0.11	-33.00
		1.55	-31.53
	平均值	0.81	-31.71
施有機及化肥		7.12	-32.51
		15.71	-32.28
		15.54	-32.29
	平均值	12.78	-32.29



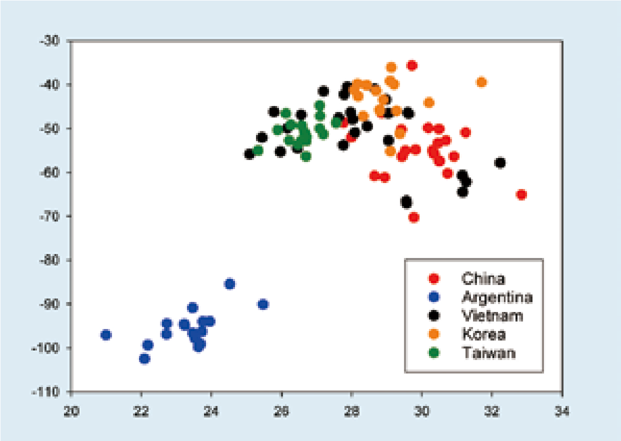
圖二、各相關水體δ^{2}H與δ^{18}O之關係圖(Peng et al., 2015)。圖上顯示DSDW-B海洋深層水商品之δ^{2}H與δ^{18}O特徵值與陸域水體相同，但海水源水體有極大之差異。

(四)生態食物網之確認

利用穩定碳、氮同位素研究食物網的原理主要是建構在食物營養的關聯性；也就是消費者體內之碳、氮之同位素組成會與其所覓取食物源之同位素組成相似。然而因代謝作用，造成消費者體內之^{13}C和^{15}N的同位素含量會比其食物內相對較多。也就是說，較高營養階生物體內^{13}C和^{15}N的同位素含量相對會比低營養階生物體內為多，而造成具較重之δ^{13}C與δ^{15}N值 (Rossmann, 2001)。一般而言，碳穩定同位素常用於食物來源之追蹤，而氮穩定同位素則常用於營養階層的建立 (Fry, 1999)。七家灣溪位於雪霸國家公園境內的大甲溪上游支流，是珍貴稀有保育動物台灣櫻花鉤吻鮭目前僅存的主要棲地；因此，七家灣溪生態保育功能極受各界重視。本研究之目的即透過碳、氮同位素技術，配合已有之研究資訊，了解七家灣溪之食物網特徵，進而了解台灣櫻花鉤吻鮭各營養來源之相對重要性。由δ^{13}C及δ^{15}N特徵值顯示(圖五)，C_3型濱岸植物是七家灣溪最重要的基礎營養來源。由IsoSource軟體分析七家灣溪各營養階主要食物來源之結果顯示，在營養關聯由基礎生產者至消費者依序為：C_3型濱岸植物、濾食性水棲昆蟲、掠食性水棲昆蟲、台灣櫻花鉤吻鮭 (陳良偉等，2011)。



圖三、由δ^{2}H與δ^{18}O之比較，可清楚區分阿根廷(南美洲)及亞洲各國之大蒜標本。



圖四、以PCA分析能清楚區分台灣與中國、越南、韓國大蒜之差異。

五、結語

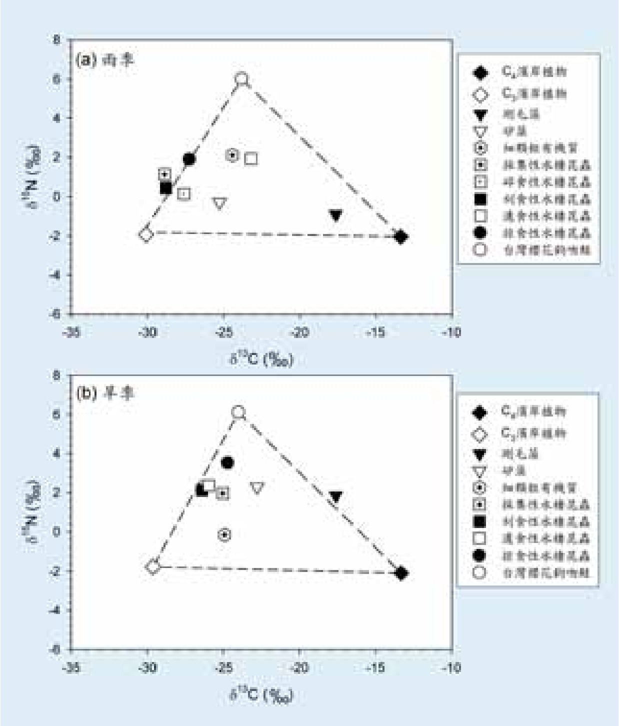
近30年由於相關測定穩定同位素組成的儀器，如氣相同位素比值質譜儀或同位素光譜儀，不僅在分析精確性的提高，同時普及於各國之實驗室，使得穩定同位素的技術成為農業及環境相關領域研究的有力工具之一。穩定同位素的研

究主要是建立在因同位素分化作用所造成的同位素比值差異，在了解造成此差異之原因後，進而協助我們研究農業環境之課題。未來本所除原有之^{13}C、^{15}N、^{18}O和^{2}H同位素分析外，將建立硫同位素($\delta^{34}S$)之分析技術，同時配合同位素光譜儀的購入，提升同位素技術能力。

六、參考文獻

陳良偉、林幸助、彭宗仁、郭美華、蔡尚。2011。以穩定同位素探討台灣櫻花鉤吻鮭之營養來源及其食物網。農林學報。60(2): 93-107。

彭宗仁、劉滄棽、林幸助。2006。穩定同位素在農業及生態環境研究上之應用。台灣農業研究。55(2): 79-90。



圖五、七家灣溪各主要食物源及消費者之$\delta^{13}C$及$\delta^{15}N$值比較圖 (陳良偉等，2011)

劉滄棽、彭宗仁、吳昇鴻、范家華、林毓雯。2009。分析植體氮同位素組成鑑別有機蔬菜之初步評估。台灣農業研究，58(3): 169-175。

Fry, B. 1999. Using stable isotope to monitor watershed influences on aquatic trophodynamics. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 56: 2167 – 2171.

Hoefs, J. 1987. Stable Isotope Geochemistry. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.

Kendall, C. (1998). Tracing nitrogen sources and cycling in catcments. In C. Kendall and J. J., McDonnell, editors, Isotope tracers in catchment hydrology. Elsevier, Amsterdam. p. 519-576

Lajtha, K., and J. D. Marshall. 1994. Sources of variation in the stable isotopic composition of plants. In Lajtha K. and R. H. Michener, editors , Stable isotopes in ecology and environmental science. Blackwell Scientific Publications, London. p. 1-21.

O’ Brien, D. M. 2015. Stable isotope ratios as biomarkers of diet for health research. Annu. Rev. Nutr. 35: 565-94.

Peng, T. R., W. J. Liang, T. S. Liu, Y. W. Lin, and W. J. Zhan. 2015. Assessing the authenticity of commercial deep-sea drinking water by chemical and isotopic approaches. Isot. Environ. Health Stud. 51: 322-331.

Rossmann, A. 2001. Determination of stable isotope ratios in food analysis. Food Rev. Int. 17(3): 347-381.

預防勝於治療：害蟲防治

從害蟲侵入設施的5個主要途徑防堵做起

農試所應動組 余志儒 許北辰

一、前言

若要在作物害蟲防治的過程中擺脫使用化學合成農藥，有賴於預防勝於治療的落實。其中妥善的利用田間管理及非農藥資材(對環境友善之植物保護資材)，即可有效降低病蟲的危害。針對設施作物的害蟲，本所經多年之研發，依據害蟲及資材的特性，確立從害蟲入侵的途徑防堵、蟲害監測及適時施用非農藥資材等措施，確實可以達到預防的效果，完全無需使用化學合成農藥。

二、害蟲侵入設施的5個主要途徑

針對害蟲入侵設施的途徑，歸納後約有五個：1. 設施的漏洞，32目的紗網加上管理操作得當，至少可以有效防堵較大體形的害蟲；2. 設施內留民(害蟲)，是指前期作殘留的枝葉、果實，甚至雜草上殘存、孳生的害蟲，本田期種植前務必完全清場；3. 介質夾帶，包括客土、有機肥料等，土壤消毒雖有效果，但慎選來源才是上策；4. 苗的攜帶，定植前用「植物油混方」行浸苗處理，可大幅清除苗株上的小體形害蟲；5. 人員機械的攜帶，避免人員、械具在進出設施的途中接觸到雜草，而將雜草上的害蟲帶入設施。關於以上五個入侵管道的主要注意事項，必須確實執行，是預防工作的關鍵，做得好，後續的治療工作就會輕鬆易行。

1.設施的漏洞

設施也是一種防治，管理操作得當，至少可以有效防堵蝶蛾類、甲蟲類、椿象類、瓜果實蠅等較大體形的害蟲。粉蝨、蚜蟲、薊馬及害蟎等較小體形的害蟲，則可透過設施漏洞的管理，延緩其入侵與發展。常見的漏洞包括：

(1) **防護不完善：**完善的防護至少包括兩部份，門以及週邊。**門：**除了拉門，應該再外加兩層交錯重疊的紗網，如傳統蚊帳(圖一)，重疊的部份要45公分以上，而且長度要能覆蓋到地面約30公分以上。**週邊：**設施週邊牆面紗網的長度要能覆蓋到地面約30公分(圖二)，埋入土中。或用有堵水功能的塑膠、橡膠、木板

作　　者：余志儒副研究員
連絡電話：04-23317603

或磚塊水泥等圍繞牆角，地上與埋入地下的部份皆至少30公分以上(圖三)。可因應淹水處理的需求，也兼防堵害物的侵入，如老鼠、螞蟻等功能。

（2）**破洞：**設施的任何破損，都是漏洞。一有破損，要及時修補或換新(圖四)。延誤修補即是提供害蟲入侵的機會。

（3）**接縫：**太子樓是設施的散熱結構之一種，但在紗網與塑膠布的接軌處(圖五)，常有疏忽或不嚴謹的處理。會隨氣流飛翔分散的粉蝨、蚜蟲、薊馬類等小

圖一、門禁：除原有的拉門，另加兩層交錯重疊覆蓋的紗網(仿蚊帳)。

圖二、牆角的紗網長度應加長，並埋入土中。

圖三、橡膠片圍繞牆角。

圖四、牆面紗網有破洞。

圖五、太子樓：紗網與塑膠布交界處應密合。

圖六、貪圖方便，門禁不嚴。

體形害蟲，即使像在太子樓設施這種高位置，也是他們入侵的孔道。

（4）**出入習慣：**如圖六，這是最容易被輕忽的環節。工作人員常為了圖方便、通風而門戶大開，害蟲侵入設施內的風險因而大增。

2. 設施內原住害蟲

（1）**清園：**前期作的殘留物，包括植株、果實、包裝資材等，雜草則包括園區內及外圍，要徹底的清離園區或掩埋。

（2）**淹水處理：**能將田區整個淹沒，就有機會滅除殘存的害蟲。通常害蟲的蛹期較能抗逆境。所以，淹水的時間要長過害蟲的蛹期(表一)，若再加上化蛹前的靜止期，所以淹水時間能在2~3星期以上較為可靠，秋冬季節還要更長。淹水期間，不要有活的植物體露出水面，才能避免害蟲有苟延殘喘的機會。

3. 介質夾帶

包括客土與有機肥料等，金龜子幼蟲是最常發現的被夾帶害蟲。高溫土壤消毒，例如熱水、蒸汽及曝曬等雖有相當程度的效果，但能慎選來源才是上策。

4. 苗的攜帶

如果不是直播種植，通常是先行育苗，再定植於本田。苗的來源無論是自行育苗或購自專業育苗場，苗植體上都極有可能已有害蟲棲息。因此，在定植之前的苗必須要有除蟲的處理，以避免苗攜帶害蟲進入設施。可以用「植物油混方」(圖七) 進行浸苗處理，可大幅清除苗株上小體形的害蟲。如棉蚜、銀葉粉蝨、二點葉蟎、神澤葉蟎、多食細蟎等。

圖七、植物油混方。

表一、六種可於土中化蛹的害蟲各齡期發育所需時間

害蟲	季節	卵(日)	幼蟲(日)	蛹(日)	參考文獻
1.斜紋夜蛾	25ºC	3.0	16~17	11~13	歐陽盛芝 1994
2.黃條葉蚤	冬季	6.0~7.1	20.4	9.8	陳與張 1997
	夏季	3.0~4.3	10.5	4.0	
3.東方果實蠅	夏季	1~2	6 ~10	6 ~10	劉玉章 1981
4.瓜實蠅	27 ± 2ºC	3.0	5.6	8.8	Zain-ul-Aabdin et al. 2014
5.南黃薊馬	15~30ºC	10~3.5	10.8~3.7	9.1~3.1	黃與陳 2004
6.小黃薊馬	20~32ºC	4.2~9.7	3.9~8.2	1.7~3.5	陳怡如等 2013

浸苗處理及其注意事項如下：

（1）**濃度：**「植物油混方」200~300倍水稀釋液。

（2）**時間：**整株苗，可連介質、植缽完全浸入(圖八)。1秒已有效果，延長浸漬時間有藥害風險。

（3）**藥害測試：**先取少量苗，浸漬植物油混方200倍水稀釋液1秒鐘，浸後靜置48小時，確保無藥害反應，才可大量處理。

（4）**其他：**浸苗處理應在苗進入設施之前進行，處理後盡快移入設施內。

5. 人員機械的攜帶

藉由動物、人類及機具的攜帶，是害蟲遷移的方式之一。所以，避免人員、械具在進出設施時，尤其在行進路上(圖九)，切勿接觸到雜草，以免將雜草上的害蟲帶入設施。所以，務必將在人員機具行進途中的雜草完全清除。

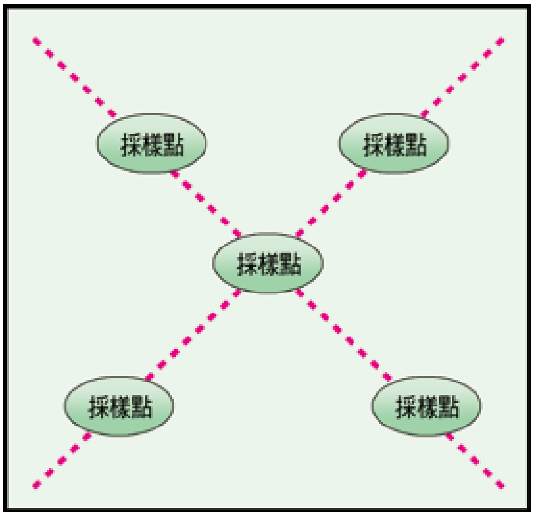
三、結語

預防工作除了從入侵管道防堵之外，應該還包括田間監測與預防性施藥。藉由田間蟲害監測，可以及早發現入侵的害蟲，依據監測得的害蟲發生種類與程度，調整適當的方法與強度，適時掌握防治時機。監測分二部份，一為懸掛黃色黏紙(圖十)，作物定植後即應儘快懸掛，既可監測又能輔助防治。二為田間採樣調查，於栽植期間，無論田區面積大小，每塊田區取5個樣點，每個樣點取5個葉片或其他部位、或5株(圖十一)，以目測認為被害最嚴重的為取樣目標。如此，雖會高估田間害蟲密度，但能即時發現害蟲在田間立足的時間點，及時加強防治，符合及早治療的精神。另外，

圖八、浸苗處理：在設施外進行；育苗盤略折彎，以防苗飄浮。完全浸入約1秒鐘，立即移出。處理後，盡快移入設施內。

圖九、切勿在人員、械具行進的路上有雜草。

圖十、懸掛黃色黏紙，可監測並輔助防治。



圖十一、田間監測：取最嚴重的部位調查。

圖十二、發現害蟲有產後代，表示已經立足。左圖棉蚜、右圖二點葉蟎。

預防性的每週噴佈一次「植物油混方」400~500倍水稀釋液，可減緩蚜蟲、害蟎、銀葉粉蝨等較小體形害蟲的立足與坐大。當發現害蟲有產卵或產若蟲時(圖十二)，即使調查得的數量尚少，但已可判斷該害蟲已經立足，族群準備大量擴展，應當開啟強力防治作為，防患於未然。預防勝於治療，就是多在細微處用心著眼，許多作物的害蟲管理，真的可以擺脫對化學合成農藥的依賴。

四、參考文獻

陳文雄、張煥英。1997。黃條葉蚤之生態、危害習性與防治。台南區農業專訊。19:12-14。

陳怡如、林鳳琪、邱一中、石憲宗。溫度對檬果小黃薊馬(*Scirtothrips dorsalis* Hood)發育與繁殖之影響。台灣農業研究62:351-359。

黃莉欣、陳秋男。2004。溫度對茄葉上南黃薊馬生活史特徵之影響。植物保護學會會刊。46:99-111。

劉玉章。1981。台灣東方果實蠅之研究。中興大學昆蟲學報。16:9-26。

歐陽盛芝。1994。斜紋夜蛾 (Spodoptera litura (F)) 的生命表。中華昆蟲 14:183-205。

Zain-ul-Aabdin A., N. Baloch, K. N. Hussain, and S. Q. Ahmed. 2014. Effect of natural and artificial diets on the life history parameters of melon fruit fly Bactrocera Cucurbitae. J. Biol. Agri. and Healthcare 4:144-150.

淺談台灣白芷種原搜尋與保育

農試所種原組 蕭翌柱

一、前言

白芷 (*Angelica dahurica* Benth. et Hook.) 自古以來即是我國慣用的中藥材，始載於歷史久遠的醫葯典籍-《神農本草經》，被列為草部中品，味辛、性溫、無毒，能治療風邪、頭痛、潤澤肌膚；此後，歷代諸家中醫藥典籍皆有著錄。《本草備要》記載其味辛散風、性溫除濕，芳香通竅而表汗，具有緩解眉稜骨痛或牙痛等功效；《名醫別錄》闡明白芷可治久渴、嘔吐、兩脅滿及頭眩目癢；《本草綱目》也登錄其效用可治鼻淵、大腸風秘、婦人血風眩運，並能療癒蛇傷和刀箭金瘡。

在植物分類學上，白芷為繖形科 (Umbelliferae) 獨活屬植物，故大陸東北地區另稱為「獨活」或「走馬芹」；國內則習慣將原生種台灣白芷稱作「台灣當歸」、「野當歸」、「大本山芹菜」或「台灣獨活」。原植物的根段經過炮製、加工並切成飲片後 (圖一)，可依產地之不同，另有「杭白芷」、「川白芷」或「湘白芷」等名稱。一般市售白芷藥材，其來源為唐白芷 (*Angelica dahurica* Benth. et Hook. var. pai-chi Kimura, Hayata et Yen) 的乾燥根，近緣植物則有興安白芷、滇白芷、日本白芷、川白芷及杭白芷等。根據學者調查，台灣應有5種獨活屬植物，其中包含有原生種台灣白芷，其分布於北部大屯山、北投和新竹幾處山麓地帶，但族群數量不甚豐富。有植物學家認為，台灣白芷與杭白芷在外觀和形態上頗為相似，極可能是杭白芷的變種，故將其學名訂為*A. dahurica* Benth. et Hook. var. *formosana* (Boiss.) Yen。

圖一、藥用白芷原植物根部經炮製加工後的飲片。

作　　者：蕭翌柱副研究員
連絡電話：04-23317802

白芷雖是我國常用的中藥材，但近代研究發現其複方製品具有嫩白皮膚的效果，如應用於製造高價美白化妝品也深具經濟效益，由於野外採集者日漸增多，原生地的族群分布數量，也有逐漸減少的趨勢。有時在貨源不繼情況下，有少數的不肖商家會以粗糙獨活(Heracleum scabridum Franch) 混充正品販售，此也突顯白芷種原亟需積極保存與維護。本文主要目的，在探討近年大屯山區原生種台灣白芷的族群生育情形，並簡介應用組織培養和無菌播種方法，大量繁殖白芷種苗的技術，同時籲請社會大眾，能正視珍稀植物種原之保育與資源永續利用的重要性。

二、台灣白芷種原搜尋-以大屯山區為例

位於台灣北部的大屯山主峰，海拔高度約1,092公尺，在行政區劃上被歸入台北市北投區，現為陽明山國家公園管理處管轄範圍。除大屯山主峰外，鄰近四周尚分布有四座小山頭，分別為北邊的菜公坑山、南邊的錐形火山-大屯山南峰，以及東側呈現鐘形的面天山和向天山，二者並連結成為地勢起伏的馬鞍形山坳。大屯山主峰與前述四座山頭環繞中央低窪的溼地，當地居民稱為「大屯坪」；此外，在向天山的頂部西側，有一處完整漏斗形的火山口窪地且積水成池，此即是「向天池」。由於大屯山火山群位於台灣島的北端，海拔高度達1千公尺以上，故冬季時節，大屯山、七星山及竹子山的迎風面，會受到東北季風與來自大陸北方強烈冷氣團或寒流的影響，甚至偶有降雪的情形發生。

大屯山區受到緯度、海拔、季風及近海地形的影響，全區環境可因溫、溼度變化，將其概分為亞熱帶和暖溫帶氣候區。根據調查統計，山區內的維管束植物種類多達1千3百多種，其中包含春季2、3月份，綻放繽紛花朵的杜鵑和緋寒櫻；夏季5、6月份，會自植株頂端抽苔並開滿白色小花的台灣白芷；以及秋季10月間，隨風搖曳的白背芒等植物。大屯山夏季在西南風吹拂下，午後常有雲霧籠罩山頭，且多有雷陣雨發生，森林下層的日照量即略顯不足；台灣白芷又為短縮莖植物，在未抽出直立花序時，與山區隨處生長的芒草或箭竹林相比，其植株較為低矮 (圖二)，故台灣白芷為獲得足量的光照進行光合作用，並避免自身被森林裡的楊桐、昆欄樹、墨點櫻桃、紅楠、大葉楠，或草原上的白背芒與叢生箭竹覆蓋住，僅能在山區道路兩旁且靠近路邊陽光充足的地方，才容易找到適合其生長的處所。

圖二、台灣白芷具有短縮莖，故未抽出花序時，若與樹林中的灌木叢相比，顯示其植株高度較為低矮。

根據前述習性，可搜尋大屯山區適合台灣白芷生育的地點，發現台北市與新北市交界處某條登山道路旁，是台灣白芷種原生長密度較高的區域 (圖三)；不過，該處屬於陽明山國家公園管轄與保護範圍，故園區內的原生物種，嚴禁民眾任意採摘和破壞。也因為有公權力常年妥善的保護，經筆者多次記錄與觀察結果，顯示原生種台灣白芷在當地生育情形良好，且野外族群尚維持著穩定的數量。不過，將珍貴的植物種原留在原生地積極保護，固然是不錯的選項，但近年來，全球暖化現象越趨嚴重，出現極端氣候的頻率也日益增加，為避免野生植物種原受到異常天候與病蟲危害，導致珍貴種原大量消失，甚至走向滅絕之途，故有必要進行種苗繁殖與無菌播種等相關技術之研究。

三、白芷種苗繁殖技術

如前所述，白芷植株具有縮短莖，難以利用扦插或分株方式，在短時間內培育出眾多的幼苗；但白芷在盛花期抽苔生成的繖形花序 (圖四)，是由無數白色

圖三、位於台北市與新北市交界處之大屯山區某登山道路旁，是台灣白芷種原生長密度較高的區域，因該處屬於陽明山國家公園管轄與保護範圍，故園區內的物種，嚴禁民眾任意採摘和破壞。

圖四、每年夏季5-6月份是台灣白芷抽苔開花的時期，其繖形花序是由無數的白色小花所組成(左)；花朵經蟲媒授粉後，種子約在7-8月間成熟(右)。

小花，聚集排列在總花梗頂端所組成，此種花朵常藉由昆蟲訪花行為來完成授粉，因此，若僅想維持種原遺傳質多樣性，且能接受實生苗不一定會延續母株優良特性的缺點，那麼可以採集成熟種子進行播種繁殖，以獲得數量較多的小苗。如果應用組織培養技術，直接切取母株的頂芽或腋芽進行增殖培養，則不但能迅速獲得大量種苗，且因採用無性繁殖方法，故誘導增生的幼苗，大多能承續母株耐熱或抗病等優良特性。

由於大屯山區的原生種台灣白芷，受到國家公園保護法相關規定的保護，原植物材料非經主管機關允許，不得任意採摘，故以下將以近緣種白芷和同為繖形科的藥用植物-當歸為例，進行播種、分株以及組織培養繁殖技術之簡介，相信這些技術與方法，亦能適用於原生種台灣白芷健康種苗的繁殖與保育。

(一)播種和分株繁殖

白芷成熟種子播種後，一般需經過2年的生育期，才能長成具有開花結果能力的成熟株。留種用的母株，其開花期約在每年的5-7月，結果期則在7-9月間，此時，可採收黃褐色的種子，用傳統播種方法，將種子穴播在土壤中；或是應用無菌播種技術，依序以75%酒精溶液浸漬30秒，再使用0.5%次氯酸鈉 (NaOCl) 水溶液，進行種子外部消毒5分鐘；此後，置於無菌操作台上，以無菌水清洗乾淨，即可播種於含有MS (Murashige and Skoog, 1962) 基本鹽類配方，並添加0.1 mg/L 激勃素(GA3)、30 g/L蔗糖和2 g/L Gelrite凝膠物質的固體培養基 (圖五)。

另外，依前人累積的經驗，若白芷種子未經妥善儲存或適時播種，其壽命僅能維持1年左右。故大陸白芷藥材生產基地，大多是在9月上旬至10月下旬開始播種，如果太早播種，當年植株生長勢可能過於旺盛，到第二年將提早抽苔開花，且易使根部空心腐爛，到秋天欲掘根炮製成藥材時，恐已喪失商品價值；假若太晚播種，則幼苗剛萌生出土時，容易遭受冬季低溫寒害或凍傷，影響植株正常發育；至於，採用分株繁殖方法，則需待植株莖節基部萌生不定芽後，再切取芽體進行培育，但此種方法的種苗繁殖倍數較為偏低。

圖五、採取白芷成熟種子並經過外部消毒後，可以進行無菌播種，以培育實生苗株。

(二)組織培養繁殖技術

根據學者研究指出，被歸類為繖形科當歸屬的藥用植物-當歸〔Angelica sinensis (Oliv) Diels〕，在進行擬胚化癒合組織的誘導試驗時，如將分化完成的體胚，預培養於添加1/2MS基本鹽類配方，以及0.2 mg/L NAA的液態培養基5天，再繼代培養於含MS基本鹽類配方的固體培養基，可以促進體胚的發根；且使用MS基本鹽類配方比B5配方 (Gamborg et al., 1968) 更適合當歸體胚的形成與分化。Watanabe等人則曾報導，切取日本當歸 (Angelica acutiloba Kitagawa) 植株萌生的腋芽，經外部消毒10分鐘後，在無菌操作台上，以無菌水清洗3次，此種培植體培養於含MS基本鹽類配方，並添加0.01 mg/L NAA、0.1 mg/L kinetin、30 g/L蔗糖及2 g/L Gelrite的固體培養基8星期後，分析鑑定其遺傳質變異性，結果顯示，不論是DNA片段或組織結構均與母株相同，亦即無變異性發生。

參考前述學者們的報導和使用的培養基配方，可以應用於藥用白芷的組織培養與種苗繁殖研究。試驗結果顯示，自野外採集的白芷植株，先以自來水沖洗乾淨，去除外部沾附的沙土和灰塵，

圖六、生長在白芷植株葉片基部的腋芽 (A)，腋芽或頂芽經過消毒後，接種於固體培養基，可誘導產生不定芽 (B)；將芽體繼代培養於誘導發根的固體培養基2個月後，即可獲得許多苗株 (C)；瓶苗再經馴化處理，即可種植於花盆並培育成健壯的植株 (D)。

再將包覆於頂芽和腋芽 (圖六A) 外部的葉柄基部小心剝除，此種培植體依前述程序進行消毒後，可切取頂芽和腋芽，再接種於含有MS基本鹽類配方，並添加1 mg/L NAA、1 mg/L 6-苯甲基腺嘌呤 (6-BA)、30 g/L蔗糖和2 g/L Gelrite的固體培養基，誘導新芽與不定芽的增生 (圖六B)。將生長健壯的芽體，繼代培養於誘導發根的固體培養基2個月後，可獲得許多具備健全根系的小苗株 (圖六C)；這些瓶苗經過馴化處理，能適應外界環境及溫、溼度的變化後，將其移植出瓶並種植於花盆中，即可成長為具有優良特性的植株 (圖六D)。

四、結　語

現代科技日新月異，人類的生活水準也愈來愈高，但在世界各國競相發展工業的過程中，卻也耗用地球許多珍貴資源，環境監測報告顯示，近30年來，人類已破壞熱帶雨林和森林總面積達原有的45%以上，估計全球1/4的物種，將在50年內消失殆盡，因此，積極維護環境生態與物種多樣性也益形重要。分布於陽明山國家公園內大屯山區的台灣白芷，野外族群雖維持穩定的數量，但在國內其他山區卻不易發現其蹤跡，顯示適合其生長的原生地範圍並不廣闊，部分原因可能是受到土地開發和人為濫採的影響。為避免此一植物種原，受到極端氣候的摧殘，以及人為和病蟲危害，若能應用組織培養技術，進行種原保存和種苗繁殖，或能稍減原生物種面臨氣候異常下導致族群遽減的隱憂。最後，藉由本文的簡單介紹，相信讀者對於台灣白芷應有初步的認識，他日若在北部山區偶遇，期待國人能更加珍惜此一自有的原生保健植物。

五、參考文獻

甘偉松。1970。白芷。第644-645頁。臺灣藥用植物誌。國立中國醫藥研究所。台北市。

後漢三國時期吳普等述。清孫星衍、孫馮翼同輯。1982重刊。白茝。第148-149頁。神農本草經。文光圖書有限公司印行。台北市。

明李時珍撰。1977重刊。白芷。卷十四第11-14頁。本草綱目(中冊)。宏業書局有限公司印行。台北市。

邱年永、張光雄。1995。台灣白芷。第149-150頁。原色台灣藥用植物圖鑑(3)。南天書局。台北市。

陳興福、丁德蓉、劉歲榮、黃文秀、盧進。1996。白芷生態環境和土壤理化特性之研究。中草藥27: 489-492。

清汪訒庵撰。1994重刊。白芷。第85-88頁。本草備要。文光圖書有限公司印行。台北市。

蔡文芷。1996。當歸擬胚化癒合組織之培養及藥用成分之分析。農藝學研究所碩士論文。中興大學。台中市。

Gu, J. W. 1982. Studies on tissue culture of *Angelica sinensis* (Oliv) Diels. Acta Pharm. Sin. 17: 131-138.

Murashige, T., and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. Physiol. Plant. 15: 473-497.

台灣鮮食荔枝在新加坡市場競爭力分析

農試所農經組 涂凱茗 沈宗德 江秀娥

一、前言

近年來受到經濟全球化的影響，台灣農產品貿易市場受到相當大的衝擊與挑戰。2014年農委會統計資料指出，當年度農產品貿易逆差達103.2億美元(進口156億美元、出口52.8億美元)，為扭轉此一劣勢，積極開拓農產品的外銷市場是現階段重要的農業政策之一。

鮮食荔枝在水果國際貿易上雖屬小宗產品，但為特色產品，故各生產國對其外銷市場皆有相當程度之重視。台灣荔枝在2014年外銷出口量達1,178 公噸，是重要的出口農產品之一，主要外銷市場有日本、美國、新加坡等國家。

比較各外銷市場，新加坡市場檢疫標準較易達成，與我國距離較近，消費水準亦高，成為我國近年來荔枝外銷的主要目標市場。因此本文將針對台灣鮮食荔枝外銷新加坡市場之競爭力進行探討，了解我國鮮食荔枝在新加坡市場之發展潛力，可作為研擬拓展市場行銷策略之參考。

作　　者：江秀娥副研究員
連絡電話：04-23317652

二、新加坡荔枝市場概況

自2011年以來，新加坡生鮮荔枝進口數量呈現長期增加趨勢，主要來自中國大陸，2015年輸出量達1,525公噸；其他主要輸出國則為泰國及台灣。詳見表一。若以進口值(表二)來看，近年來新加坡生鮮荔枝年平均進口金額達3,799千美元，中國輸入年平均達2,925千美元，其次為台灣的323千美元及泰國的306千美元。泰國原為新加坡市場荔枝輸入的第二大國，但輸入額在各年度間波動幅度大，2013年起由台灣取代其地位。

市場占有率(market share)是國際貿易中常見的競爭力指標之一。新加坡市場荔枝各主要進口來源國之市場占有率以中國最高(表三)，平均達76.83%。雖台灣在2011年市占率僅有3.16%，但近年來呈現穩定成長，近5年平均市占率達8.43%。泰國方面雖然市占率一度高達15.71%，但由於各年間輸入量不穩定，平均市占率為8.23%。

三、台灣荔枝在新加坡市場之競爭力表現

透過觀察中國、台灣及泰國的荔枝在新加坡市場的輸入金額與市占率，無

法全面性得知競爭國之間的出口趨勢與競爭力消長。而顯示性比較優勢指數(Revealed Comparative Advantage Index, RCA)於1965年由 Balassa提出後被廣泛應用於競爭力相關研究，是目前衡量一國產品或產業在國際市場競爭力最具說服力的指標之一。本指標能定量地描述各國家間不同產業（或產品）的相對出口表現，通過RCA指數可以判定一國的哪些產業更具出口競爭力，從而揭示一國在國際貿易中的比較優勢。其計算方式如下所示：

$$RCA_{ij}=(X_{ij}/X_i)\div(W_j/W)$$

RCA_{ij}代表i國(地區)j產品的顯現性比較優勢指數，X_{ij}代表i國(地區)對特定市場出口j產品的出口額，X_i代表i國(地區)對目標市場的總出口額，W_j代表該市場j產品的總輸入額，W代表該市場輸入的總額。本文RCA指標為了聚焦於生鮮荔枝的競爭力並排除不相干的因素，故在計算基礎上採用生鮮荔枝與水果的進出口資料。

一般而言，如果RCA > 2.5，則表明該國產品具有極強的競爭力；如果1.25≦RCA≦2.5，則表明該國產品國際競爭力尚佳；如果0.8≦RCA≦1.25，則表明該國

表一、近5年新加坡荔枝進口量表 單位:公噸

來源國	2011	2012	2013	2014	2015
合計	1,763	1,438	1,529	2,167	1,975
中國	1,484	955	1,279	1,633	1,525
泰國	126	381	73	301	228
台灣	43	74	156	131	137
美國	97	0	0	0	23
澳洲	12	15	13	19	22
其它	0	13	8	52	39

資料來源: International Trade Centre(ITC)資料庫

表二、各國荔枝外銷新加坡金額表 單位：千美元

來源國＼年	2011	2012	2013	2014	2015	平均
全球輸入總額	3,666	3,094	3,574	4,763	3,898	3,799
中國	2,958	2,215	2,793	3,666	2,992	2,925
台灣	116	204	459	397	437	323
泰國	244	486	145	451	205	306

資料來源: 同表二。

表三、各國輸入之荔枝於新加坡市占率 單位：%

來源國＼年	2011	2012	2013	2014	2015	平均
中國	80.69	71.59	78.15	76.97	76.76	76.83
台灣	3.16	6.59	12.84	8.34	11.21	8.43
泰國	6.66	15.71	4.06	9.47	5.26	8.23

資料來源: 同表二。

表四、各國荔枝占其所有水果外銷新加坡市場比例
單位：%

來源國＼年	2011	2012	2013	2014	2015	平均
荔枝占新加坡水果輸入總額	0.62	0.52	0.57	0.66	0.57	0.59
中國	3.81	2.97	3.44	4.60	3.72	3.71
台灣	1.40	4.70	6.33	4.51	6.61	4.71
泰國	0.70	1.30	0.41	1.31	0.59	0.68

資料來源: 同表二。

產品具有一般的國際競爭力；如果RCA < 0.8，則表明該國產品競爭力疲弱。

表四為各國輸出的荔枝占該國輸出至新加坡水果之比例，以均值而言，近5年由中國輸入的荔枝占該國輸入水果類的3.71%；台灣為4.71%，泰國則是0.68%。台灣的荔枝出口到新加坡市場占我國水果出口該市場的比例是三個國家中最高，且自2012年起有明顯的成長，2015年更大幅度的成長至6.61%。

圖一為2011至2015年台灣、中國及泰國的RCA指數變化。中國荔枝在新加坡市場的競爭力十分強勁且穩定，近5年波動幅度小。再觀察台灣的生鮮荔枝，除了2011年RCA指數為2.26之外，其後各年度均有相當耀眼的表現，在2015年更是創下11.69的歷史新高。三個主要競爭國中表現最弱的是泰國，除2012年及2014年RCA指數分別達2.47及2.0以外，其餘各年度皆無亮眼的表現。

透過以上數據比較，可知新加坡的荔枝市場中競爭力最佳者為台灣，雖然RCA指數波動幅度較大，但仍維持向上發展之趨勢，相較於前一個年度，2015年更是有超過70%的提升。再觀察中國，雖然RCA指數的表現上十分穩定，近兩年相比之下卻有6%的降幅。除RCA指數之外，本研究亦彙整比較中國、台灣及泰國的荔枝近5年內的價量變化，以對RCA指數的結果進行驗證。

圖二主要用於彰顯2011至2015年台灣荔枝及主要競爭國於新加坡市場的輸入價格差異及變化。新加坡由全世界進口生鮮荔枝的平均價格每公噸在1.97至2.34千美元之間。與之相比，台灣輸入的荔枝價格由2011年的每公噸2.7千美元一路攀升至2015年的3.19千美元，遠高於新加坡進口生鮮荔枝的平均價格。兩造價格之間有每公噸0.6至1.2千美元的差距。中國輸入的部分則與世界均價相去不遠，與台灣的差距在0.44至1.23千美元之間。泰國的輸入價格為三個主要輸入國中最低者。

另將中國及台灣荔枝的價量變化彙整如圖三強化競爭力比較。中國荔枝雖然以高輸入量在新加坡市場占有領先的地位，但其價格明顯不如台灣，價量皆呈現下跌趨勢。反觀台灣，輸入量雖然不及中國，但不論價格或輸入量均呈上揚態勢。綜而觀之，台灣荔枝在新加坡市場呈現價量齊揚的態勢，後續發展令人期待。

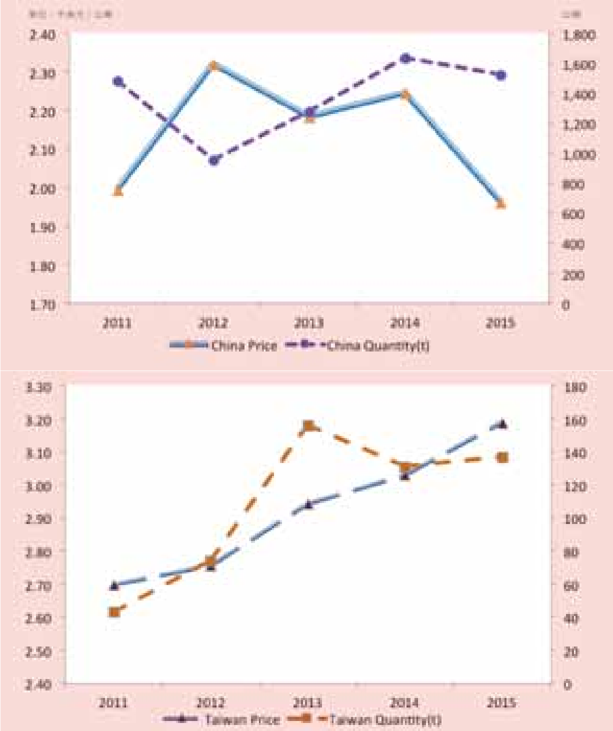
四、結論

新加坡市場與台灣距離近且消費能力強，對於積極拓展農產品外銷的台灣而言是不可多得的機會，我國荔枝也已經逐漸打開新加坡市場。

為充分了解台灣荔枝在新加坡市場的競爭力，本研究除了分析市場占有率之外，也採用顯示性比較優勢指數(RCA)來做為競爭力指標，並以價量變化作為佐證。根據計算結果台灣RCA指數在近5個年度表現相當優異，均值高達8.17，明顯高於有出口優勢的中國的6.28，且呈現價量齊揚的趨勢，由此可見台灣的荔枝在新加坡市場頗具競爭力。

圖一、中國、台灣及泰國荔枝RCA指數 資料來源:同表二。

圖二、新加坡市場荔枝價格變動。 資料來源:同表二。



圖三、台灣與中國荔枝於新加坡市場價量變化。
資料來源:同表二。

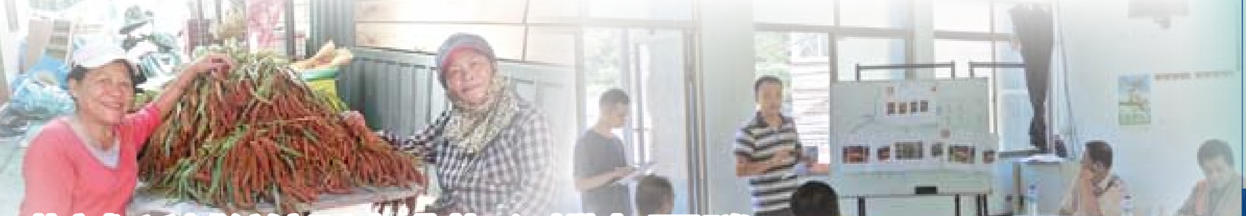
然而在貿易自由化的激烈競爭中，產品除必須具備優良特色、符合市場需求外，能提供持續且穩定的貨源及品質者才得以永續經營。

我國荔枝精緻化的生產模式，無法與中國的荔枝進行大量且低價的競爭，但必須努力維持每年提供穩定品質的荔枝，穩住新加坡市場對台灣荔枝的需求。因此結合各個小農，供應足夠的貨量，並從生產管理、集貨、分級、包裝、保鮮處理、運銷物流等各個環節進行管控，做到品質均一且穩定的供應鏈，才能維持我國荔枝於新加坡市場的競爭力。

目前政府積極推動「台灣國際農業開發(股)公司」，期能整合農民穩定供貨，並降低行銷成本提升國際競爭力。建議以台灣代表性形象，利用企業形象識別(CI)的設計，建立「台灣農產品」品牌，對外行銷，型塑國際市場對台灣高品質的農產品印象，創造台灣農產品整體效益與利基。

五、參考文獻

Balassa, B. (1965), Trade Liberalisation and Revealed Comparative Advantage, The Manchester School, 33, 99-123.



農試所輔導設計「紫斑蝶」圖騰
為茂林區魯凱部落所產雜糧找到在地文化意涵的商標

本所106年5月10日新聞稿

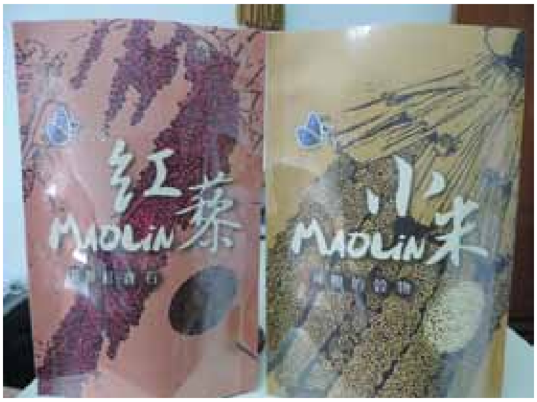
農試所農化組 湯楊欽憲 郭鴻裕

針對高雄市茂林區魯凱部落所生產雜糧販售包裝均為裸裝，為在包裝上進行改變，力求美觀與增加商品價值，行政院農業委員會農業試驗所進行農產業輔導，選出融入在地文化意涵的「紫斑蝶」圖騰列為茂林區魯凱部落雜糧產品的商標。農試所表示，為讓消費者能深刻記得農產品與茂林地區的連結，同時瞭解雜糧產地以及生長環境背後意涵，農試所輔導團隊多次與公所及產銷班進行討論研商，激盪出農產品需在包裝上有在地文化特殊代表圖騰的共識。農試所指出，透過設計人員實際到部落進行取材與訪談，選定紫斑蝶、百步蛇及百合花等地區特色進行設計。嗣後，區長提出每年冬天，紫斑蝶南飛到茂林的山谷過冬，茂林也有「紫蝶幽谷」的名稱。在茂林區魯凱族傳統祭典上也會看到茂林獨有紫斑蝶的圖形，因此紫斑蝶對於茂林部落宿有守護之意，為此將「紫斑蝶」列為今後茂林雜糧產品商標的首選。

圖一、過去高雄市茂林區魯凱部落所生產雜糧販售包裝均為裸裝。

作　　者：湯楊欽憲助理研究員
連絡電話：04-23317428

圖二、農試所輔導團隊與部落及公所進行討論研商。



圖三、高雄市茂林區魯凱部落「紫斑蝶」雜糧商標。

圖四、105年高雄市茂林區魯凱部落小米採收情形。

農業試驗所

最新技術授權資訊

■ 肉桂油乳劑之調配技術

已授權良農現代化農業科技股份有限公司生產、製造。

■ 洽詢電話：**05-2381832**

■ 地址：嘉義縣太保市嘉太工業區興業路8號

■ 入侵紅火蟻誘殺餌劑

已授權澄朗興業有限公司生產、製造。

■ 洽詢電話：**04-26820273**

■ 地址：台中市大甲區
日南里東一街18號

■ 酒粕青木瓜美顏皂製造技術

已授權雲林縣西螺鎮農會生產、製造。

■ 洽詢電話：**05-5863621ext167**

■ 地址：雲林縣西螺鎮延平路353號

ISSN 1017-0863
9 771017 086004
GPN：2007900008
定價：NT$35